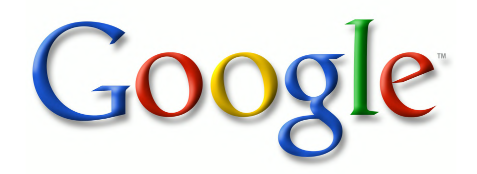
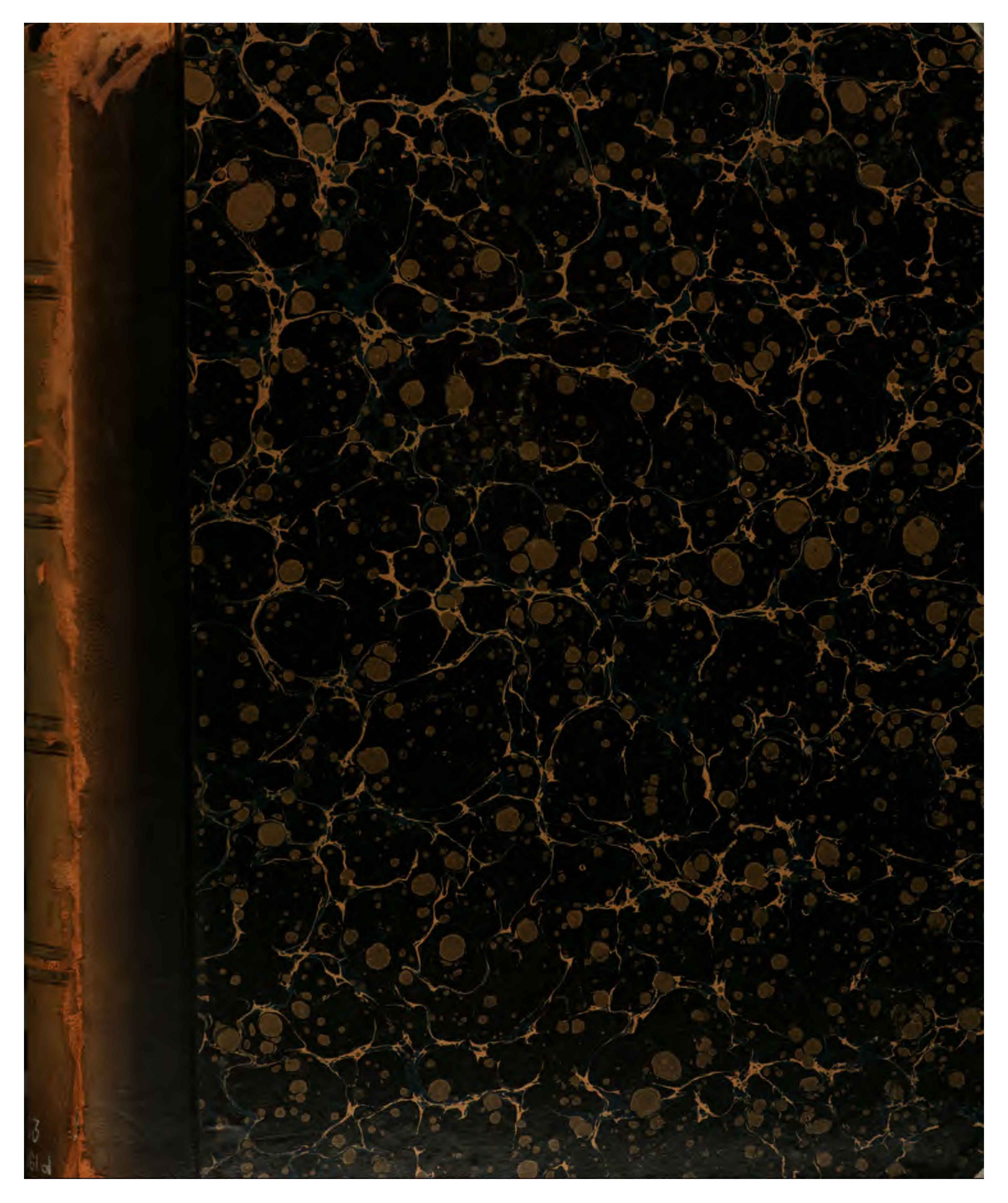




DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

EINUNDZWANZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1863.

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MIT ENDE DECEMBER DES JAHRES 1862.

Ehrenmitglieder der Gesammt-Akademie.

Ernennung vom 1. Februar 1848.

Erzherzog **Franz Karl.**
Erzherzog **Ludwig.**
Graf **Münch-Bellinghausen**, Joachim Eduard.

Ernennung vom 12. November 1856.

Erzherzog **Ferdinand Maximilian.**
Freiherr von **Bach**, Alexander.

Ernennung vom 17. November 1860.

Graf **Thun-Hohenstein**, Leo.

Ernennung vom 13. Juni 1861.

Erzherzog **Rainer.**

Ernennung vom 14. Juni 1862.

Ritter von **Schmerling**, Anton.

Mitglieder der philosophisch-historischen Classe.

Im Inlande.

Wirkliche Mitglieder.

(Nach dem Alter geordnet.)

Ernennung vom 14. Mai 1847.

Grillparzer, Franz . . . . Wien.
Arneth, Joseph Ritter von . . . . Wien.
Hügel, Karl Freiherr von . . . . d. Z. in Brüssel.
Wolf, Ferdinand, der Zeit Secretär der philosophisch-historischen Classe . . Wien.
Palacky, Franz . . . . Prag.

Stülz, Jodok . . . . St. Florian.
Jäger, Albert . . . . Wien.
Cittadella-Vigodarzere, Andreas Graf v. . Padua.
Münch-Bellinghausen, Eligius Freih. v. Wien.
Auer, Alois Ritter von Welsbach . . Wien.

Ernennung vom 1. Februar 1848.

Bergmann, Joseph . . . . Wien.
Pfizmaier, August . . . . Wien.
Karajan, Th. G. von, d. Z. Vice-Präsident der Akademie und Präsident der philos.-historischen Classe . Wien.

Ernennung vom 26. Juni 1848.

Diemer, Joseph . . . . Wien.

Ernennung vom 19. Juni 1849.

Springer, Johann . . . . Wien.

Ernennung vom 28. Juli 1851.

Seidl, Johann Gabriel . . . . Wien.
Birk, Ernst . . . . Wien.
Meiller, Andreas von . . . . Wien.
Miklosich, Franz . . . . Wien.

Ernennung vom 24. Juli 1852.

Prokesch-Osten, Anton Freiherr von . . . . . . d. Z. in Constantinopel.

Ernennung vom 2. Juli 1853.

Kandler, Peter . . . . Triest.
Phillips, Georg . . . . Wien.

Ernennung vom 5. August 1854.

Cicogna, Emanuel . . . . Venedig.
Bonitz, Hermann . . . . Wien.

Ernennung vom 12. November 1856.

Aschbach, Joseph . . . . Wien.

Ernennung vom 4. September 1857.

Boller, Anton . . . . Wien.

Ernennung vom 17. November 1860.

Pfeiffer, Franz . . . . Wien.

Ernennung vom 14. Juni 1862.

Arneth, Alfred, Ritter von . . . . Wien.
Vahlen, Johann . . . . Wien.

Correspondirende Mitglieder.

Bestätigung vom 1. Februar 1848.

Blumberger, Friedrich . Göttweig (Österreich u. d. E.).
Gar, Thomas . . . . Trient.
Goldenthal, Jakob . . . . Wien.
Karadschitsch, Wuk-Stephanowitsch . . Wien.
Keiblinger, Ignaz . . . . Melk.
Toldy, Franz . . . . Pest.
Wolny, Gregor . . . . Raygern.

Bestätigung vom 26. Juni 1848.

Bauernfeld, Eduard Edler von . . . . Wien.
Reméle, Johann Nep. . . . . Wien.
Schuller, Johann Karl . . . . Hermannstadt.

Bestätigung vom 19. Juni 1849.

Czoernig, Karl Freiherr v. Czernhausen. Wien.
Hye-Glunek, Anton Ritter von . . . Wien.

Bestätigung vom 28. Juli 1851.

Beidtel, Ignaz . . . . Olmütz.
Edlauer, Franz . . . . Wien.
Gaisberger, Joseph . . . . Linz.
Höfler, Constantin . . . . Prag.
Pritz, Franz . . . . Linz.
Schlechta-Wssehrd, Ottokar Freih. v. . Constantinopel.
Wocel, Johann Erasmus . . . . . . Prag.

Bestätigung vom 2. Juli 1853.

Günther, Anton . . . . Wien.

Bestätigung vom 5. August 1854.

Kink, Rudolph . . . . Triest.

Bestätigung vom 26. August 1858.

Fiedler, Joseph . . . . Wien.

Bestätigung vom 17. November 1860.

Eitelberger v. Edelberg, Rudolph . . Wien.
Ficker, Julius . . . . Innsbruck.
Lott, Franz . . . . Wien.

Bestätigung vom 13. Juni 1861.

Gindely, Anton . . . . Prag.
Lorenz, Ottokar . . . . Wien.

Bestätigung vom 14. Juni 1862.

Erben, K. J. . . . . Prag.
Heider, Gustav . . . . Wien.
Siegel, Heinrich . . . . Wien.

Im Auslande.

Ehrenmitglieder.

Ernennung vom 1. Februar 1848.

Grimm, Jakob Ludwig . . . . Berlin.
Guizot, Franz Peter Wilhelm . . . . Paris.
Pertz, Georg Heinrich . . . . . . Berlin.
Reinaud, Jos. Toussaint . . . . . . Paris.

Ernennung vom 19. Juni 1849.

Rau, Karl Heinrich . . . . Heidelberg.

Ernennung vom 18. October 1855.

Boeckh, August . . . . Berlin.

Ernennung vom 17. November 1860.

Bopp, Franz . . . . Berlin.

Ernennung vom 13. Juni 1861.

Diez, Friedrich . . . . Bonn.

Correspondirende Mitglieder.

Bestätigung vom 1. Februar 1848.

Böhmer, Johann Friedrich . . . . . Frankfurt a. M.
Cibrario, Giovanni Antonio Luigi Nobile. Turin.
Flügel, Gustav Lebrecht . . . . . . Dresden.
Haupt, Moriz . . . . Berlin.
Maelen, Philipp van der . . . . . Brüssel.
Michel, Francisque . . . . Bordeaux.
Mohl, Julius von . . . . Paris.

Bestätigung vom 26. Juni 1848.

Bland, Nathaniel . . . . London.
Gervinus, Georg Gottfried . . . . . Heidelberg.
Stälin, Christoph Friedrich . . . . Stuttgart.
Wilkinson, John Gardener . . . . London.

Bestätigung vom 19. Juni 1849.

Brandis, August . . . . Bonn.
Gachard, Ludwig Prosper . . . . . Brüssel.
Gerhard, Eduard . . . . Berlin.
Kerckhove, Joseph Vicomte de . . . Malines.
Kopp, Eutychius . . . . Luzern.
Ritter, Heinrich . . . . Göttingen.

Bestätigung vom 28. Juli 1851.

Lanz, Karl . . . . Cannstadt.

Bestätigung vom 24. Juli 1852.

Gayangos, Pascual de . . . . Madrid.

Bestätigung vom 2. Juli 1853.

Mone, Franz Joseph . . . . Karlsruhe.

Bestätigung vom 5. August 1854.

Rossi, Francesco . . . . Mailand.
Voigt, Johannes . . . . Königsberg.

Bestätigung vom 18. October 1855.

Du-Méril Édélestand . . . . Paris.
Wattenbach, Wilhelm . . . . Breslau.

Bestätigung vom 12. November 1856.

Schleicher August . . . . Jena.

Bestätigung vom 4. September 1857.

Lange, Ludwig . . . . Giessen.

Ernannt als w. M. am 26. Jänner 1860.

Weinhold, Karl . . . . Kiel.

Bestätigung vom 14. Juni 1862.

Coussemaker, Charles Edmond Henri de . . Lille.
Jahn, Otto . . . . Bonn.

Mitglieder der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe.

Im Inlande.

Wirkliche Mitglieder.

(Nach dem Alter geordnet.)

Ernennung vom 14. Mai 1847.

Santini, Johann . . . . Padua.
Zippe, Franz . . . . Wien.
Stampfer, Simon . . . . Wien.
Baumgartner, Andreas Freiherr v., d. Z. Präsident der Akademie . . . . Wien.
Haidinger, Wilhelm . . . . Wien.
Ettingshausen, Andreas Ritter v. . . . . Wien.
Unger, Franz . . . . Wien.
Schrötter, Anton, d. Z. General-Secretär und Secretär der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe. . . Wien.
Redtenbacher, Joseph . . . . Wien.
Hyrtl, Joseph . . . . Wien.

Ernennung vom 1. Februar 1848.

Koller, Marian . . . . Wien.
Burg, Adam Ritter von . . . . . . Wien.
Fenzl, Eduard . . . . Wien.
Reuss, August Emanuel . . . . . . Prag.

Ernennung vom 26. Juni 1848.

Fitzinger, Leopold . . . . Wien.

Ernennung vom 17. Juli 1848.

Boué, Ami . . . . Wien.
Diesing, Karl . . . . Wien.
Rokitansky, Karl . . . . Wien.
Škoda, Joseph . . . . Wien.
Rochleder, Friedrich . . . . Prag.

Ernennung vom 19. Juni 1849.

Petzval, Joseph . . . . Wien.
Brücke, Ernst . . . . Wien.

Ernennung vom 2. Juli 1853.

Littrow, Karl von . . . . Wien.

Ernennung vom 4. September 1857.

Gottlieb, Johann . . . . Graz.
Ludwig, Karl . . . . Wien.

Ernennung vom 17. November 1860.

Purkyně, Johann . . . . Prag.
Kner, Rudolph . . . . Wien.
Hauer, Franz Ritter von . . . . . . Wien.

Ernennung vom 13. Juni 1861.

Stein, Friedrich . . . . Prag.

Correspondirende Mitglieder.

Bestätigung vom 1. Februar 1848.

Hauslab, Franz Ritter von . . . . . . Wien.
Hessler, Ferdinand . . . . Wien.
Kunzek, August . . . . Wien.
Redtenbacher, Ludwig . . . . . . Wien.
Russegger, Joseph Ritter von . . . Schemnitz.
Schott, Heinrich . . . . Schönbrunn.

Bestätigung vom 26. Juni 1848.

Balling, Karl . . . . Prag.
Freyer, Heinrich . . . . Triest.
Gintl, Wilhelm . . . . Wien.
Löwe, Alexander . . . . Wien.
Moth, Franz . . . . Wien.
Reichenbach, Karl Freiherr von . . Wien.
Reissek, Siegfried . . . . Wien.
Wertheim, Theodor . . . . Graz.

Bestätigung vom 19. Juni 1849.

Fritsch, Karl . . . . Wien.
Wedl, Karl . . . . Wien.
Weisse, Maximilian . . . . Wels.

Bestätigung vom 2. Juli 1853.

Ettingshausen, Constantin Ritter von . . Wien.
Reslhuber, Augustin . . . . Kremsmünster.

Bestätigung vom 4. September 1857.

Hornstein, Karl . . . . Graz.
Langer, Karl . . . . Wien.

Bestätigung vom 17. November 1860.

Czermak, Johann . . . . Prag.
Hlasiwetz, Heinrich . . . . Innsbruck.
Hörnes, Moriz . . . . Wien.
Stefan, Joseph . . . . Wien.
Suess, Eduard . . . . Wien.
Wüllerstorf-Urbair, Bernhard Freih. v. d. Z. Venedig.

Bestätigung vom 13. Juni 1861.

Kotschy, Theodor . . . . Wien.
Peters, Karl . . . . Wien.
Winckler, Anton . . . . Graz.

Im Auslande.

Ehrenmitglieder.

Ernennung vom 1. Februar 1848.

Faraday, Michael . . . . London.
Liebig, Justus Freiherr von . . . . München.

Ernennung vom 19. Juni 1849.

Herschel, Sir John . . . . London.

Ernennung vom 2. Juli 1853.

Dumas, Jean Baptiste . . . . Paris.

Ernennung vom 18. October 1855.

Struve, Friedrich G. W. von . . . . St. Petersburg.

Ernennung vom 26. Jänner 1860.

Mohl, Hugo von . . . . Tübingen.
Neumann, Franz E. . . . . Königsberg.

Ernennung vom 14. Juni 1862.

Bunsen, Robert Wilhelm . . . . Heidelberg.

Correspondirende Mitglieder.

Bestätigung vom 1. Februar 1848.

Élie de Beaumont, Léonce . . . . . . Paris.
Encke, Johann Franz . . . . Berlin.
Martius, Karl Friedrich Philipp von . München.
Meyer, Hermann von . . . . Frankfurt a. M.
Mitscherlich, Eilard . . . . Berlin.
Panizza, Bartholomäus Ritter von . . Pavia.
Poggendorff, Johann Christian . . . . Berlin.
Quetelet, Lambert Adolphe Jacques . Brüssel.
Rose, Heinrich . . . . Berlin.
Steinheil, Karl August . . . . . . München.
Tschudi, Johann Jakob von . d. Z. Jakobshof bei Wr.-Neustadt.
Weber, Ernst . . . . Leipzig.
Weber, Wilhelm Eduard . . . . . . Göttingen.
Wöhler, Friedrich . . . . Göttingen.

Bestätigung vom 26. Juni 1848.

Agassiz, Louis . . . . Boston.
Bischoff, Theodor Ludwig Wilhelm . . München
Dove, Heinrich Wilhelm . . . . Berlin.
Ehrenberg, Christian Gottfried . . . . Berlin.
Grunert, Johann August . . . . . . Greifswald.
Mädler, Johann Heinrich . . . . . Dorpat.
Milne Edwards, Henry . . . . . . Paris.
Owen, Richard . . . . London.
Schleiden, Mathias Jakob . . . . . Jena.

Bestätigung vom 19. Juni 1849.

Barrande, Joachim . . . . Paris.

Bestätigung vom 28. Juli 1851.

Argelander, Friedrich Wilh. August . Bonn.
Baer, Karl Ernst von . . . . St. Petersburg.
Brewster, Sir David . . . . Edinburgh.
Du Bois-Reymond, Emil Heinrich . . Berlin.

Bestätigung vom 26. Jänner 1860.

Helmholtz, Heinrich . . . . Heidelberg.
Plücker, Julius . . . . Bonn.

Bestätigung vom 14. Juni 1862.

Kirchhoff, G. . . . . Heidelberg.

MIT TODE ABGEGANGEN SEIT GRÜNDUNG DER AKADEMIE.

Ehrenmitglieder der Gesammtakademie:

Kübeck von Kübau, Karl Friedrich Freiherr v., 11. September 1855.
Inzaghi, Karl Graf von, 17. Mai 1856.
Metternich, Frst Clemens, 11. Juni 1859.
Kolowrat-Liebsteinsky, Graf Franz Anton, 21. April 1861.
Pillersdorf, Franz Freiherr v., 22. Februar 1862.

Philosophisch-historische Classe.

Im Inlande.

Wirkliche Mitglieder:

Wenrich, Georg, 15. Mai 1847.
Pyrker, Franz Ladislaus von Felsö-Eör, 2. Dec. 1847.
Muchar, Albert von, 6. Juni 1849.
Feuchtersleben, Ernst Freiherr v., 3. September 1849.
Grauert, Wilhelm, 10. Jänner 1852.
Litta, Pompeo, 17. August 1852.
Kudler, Joseph Ritter von, 6. Februar 1853.
Exner, Franz, 21. Juni 1853.
Labus, Johann, 6. October 1853.
Teleky, Joseph Graf v., 15. Februar 1855.
Kemény, Joseph Graf von, 12. September 1855.
Hammer-Purgstall, Joseph Freiherr von, 23. Nov. 1856.
Weber, Beda, 28. Februar 1858.
Chmel, Joseph, 28. November 1858.
Ankershofen, Gottlieb Freiherr von, 6. März 1860.
Schafařik, Paul, 26. Juni 1861.
Fell, Joseph, 29. October 1862.

Correspondirende Mitglieder:

Spaun, Anton Ritter von, 26. Juni 1849.
Kiesewetter, Raphael Edler von, 1. Jänner 1850.
Frast, Johann von, 30. Jänner 1850.
Fischer, Maximilian, 26. December 1851.
Schlager, Johann, 18. Mai 1852.
Jaszay, Paul von, 29. December 1852.
Fils, Michael, 19. Februar 1854.
Zappert, Georg, 22. November 1859.
Firnhaber, Friedrich, 19. September 1860.
Hanka, Wenzel, 12. Jänner 1861.
Wartinger, Joseph, 15. Juni 1861.

Im Auslande.

Ehrenmitglieder:

Hermann, Johann Gottfried, 31. December 1848.
Mai, Angelo, 8. September 1854.
Ritter, Karl, 28. September 1859.
Wilson, Horaz Haymann, 8. Mai 1860.

Correspondirende Mitglieder:

Letronne, Anton Johann, 14. December 1848.
Orelli, Johann Kaspar von, 6. Jänner 1849.
Burnouf, Eugène, 28. Mai 1852.
Schmeller, Andreas, 27. Juli 1852.
Baranda, Sainz de, 27. August 1853.
Stenzel, Gustav, 2. Jänner 1854.

Raoul-Rochette, Desiré, 6. Juli 1854.
Creuzer, Friedrich Georg, 16. Februar 1858.
Thiersch, Friedrich von, 25. Februar 1860.
Dahlmann, Friedrich Christoph, 5. December 1860.
Fallmerayer, Jakob Philipp, 26. April 1861.
Gfrörer, August Friedrich, 10. Juli 1861.
Uhland, Ludwig, 13. November 1862.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe.

Im Inlande.

Wirkliche Mitglieder:

Balbi, Adrian Edler von, 13. März 1848.
Rusconi, Maurus, 27. März 1849.
Presl, Johann Swatopluk, 7. April 1849.
Doppler, Christian, 17. März 1853.
Prechtl, Johann Ritter von, 28. October 1854.
Partsch, Paul, 3. October 1856.
Heckel, Jakob, 1. März 1857.
Leydolt, Franz, 10. Juni 1859.
Kollar, Vincenz, 30. Mai 1860.
Kreil, Karl, 21. December 1862.

Correspondirende Mitglieder:

Corda, August Joseph, im Jahre 1849.
Presl, Karl, 2. October 1852.
Petřina, Franz, 27. Juni 1855.
Salomon, Joseph, 2. Juli 1856.
Hruschauer, Franz, 21. Juni 1858.

Im Auslande.

Ehrenmitglieder:

Berzelius, Johann Jakob Freiherr von, 7. August 1848.
Buch, Leopold von, 4. März 1853.
Gauss, Karl Friedrich, 23. Februar 1855.
Müller, Johannes, 28. April 1858.
Brown, Robert, 10. Juni 1858.
Humboldt, Alexander von, 6. Mai 1859.
Biot, Jean Baptiste, 3. Februar 1862.

Correspondirende Mitglieder:

Jacobi, Karl Gustav Jakob, 18. Februar 1851.
Fuchs, Wilhelm, 28. Jänner 1853.
Fuss, Paul Heinrich von, 24. Jänner 1855.
Gmelin, Leopold, 13. April 1855.
Fuchs, Johann Nepomuk von, 5. März 1856.
Hausmann, J. F. Ludwig, 26. December 1859.
Bordoni, Anton, 26. März 1860.
Belli, Joseph, 1. Juni 1860.
Wertheim, Wilhelm, 20. Jänner 1861.
Carlini, Franz, 29. August 1862.

INHALT.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Mit 11 Tafeln.

ÜBER BESONDERE EIGENTHÜMLICHKEITEN

DER KIEMEN UND DES SKELETES, UND ÜBER DAS EPIGONALE KIEMENORGAN

VON

LUTODEIRA CHANOS.

VON

PROF. HYRTL,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MIT EINER TAFEL UND EINER OSTEOLOGISCHEN TABELLE DER CLUPEEN CUV.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 9. FEBRUAR 1861.

I. Eigenthümlichkeiten der Kiemen und des Skeletes.

Die Kiemen von *Lutodeira* besitzen sehr erwähnenswerthe Eigenthümlichkeiten, welche ich vor der Schilderung ihres accessorischen Kiemenorgans in Kürze berühren will.

Das obere und untere Segment jedes Kiemenbogens trägt an seiner concaven, dem Rachen zugekehrten Seite eigenthümliche Rechen. Jeder dieser Rechen besteht aus einer doppelten Reihe von langen, dünnen, aber steifen Hornfäden. Nur am oberen Segment des vierten Kiemenbogens ist die Reihe einfach. Es stimmt dieses mit dem Doppelt- oder Einfachsein der am convexen Rande der Kiemenbogen aufsitzenden Kiemenblättchen überein, welche an allen Kiemenbogen, nur nicht am oberen Segment des vierten, in doppelten Reihen stehen. Die einander zugekehrten Kammreihen je zweier Kiemenbogen neigen nun ihre Spitzen so auf einander zu, dass sie sich treffen, und durch Einzackung (möglicher Weise auch durch Gomphosis) zusammenhalten. Die zwischen je zwei Kiemenbogen befindliche Kiemenspalte wird somit gegen den Rachen zu nicht offen sein können, sondern ist in ihrer ganzen Länge durch Spitzbogen überwölbt, welche durch die Verbindung der Spitzen der die Spalte zunächst begrenzenden Kammreihen zu Stande kommen. Diese Verbindung ist so innig, dass eine gewisse Gewalt dazu gehört, die Kammreihen von einander zu reissen, und dadurch die Kiemenspalte zu öffnen, und betrachtet man jene Spitzen, nach bewerkstelligter

Trennung, mit einer Vergrösserung von 80, so findet man dieselben fein gezackt, wie es zur Bildung einer Nath erforderlich wäre. Nur an einzelnen schien es mir, als ob ein hakenförmiger Fortsatz an dem Ende des einen Hornfaden, in einer entsprechenden Vertiefung des gegenständigen gehaftet hätte, und desshalb erwähnte ich früher der möglichen *Gomphosis.* Geht man mit der gewaltsamen Trennung der Kammreihen zu hastig vor, so kann man es auch erfahren, dass der eine der beiden Hornfäden nahe der Spitze bricht, statt von dem anderen sich in natürlicher Fuge zu trennen.

Da von vier Kiemenbogen nur drei Kiemenspalten gebildet werden, so muss die äussere Kammreihe des ersten Kiemenbogens freie Spitzen haben. Die innere Kammreihe des vierten Bogens müsste gleichfalls frei bleiben, wenn nicht die unteren Schlundkiefer einfache Kammreihen tragen würden, deren Spitzen mit jenen conniviren. Da ferner das obere Segment des vierten Kiemenbogens nur eine einfache Kammreihe trägt, welche die Spitzenverbindung mit der innern Kammreihe des oberen Segmentes des dritten Kiemenbogens eingeht, so werden zwischen den oberen Segmenten der vier Kiemenbogen blos drei auf die genannte Weise überwölbte Kiemenspalten existiren können, während zwischen den unteren Segmenten, unter Mitverwendung des untern Schlundknochens vier Kiemenspalten vorkommen.

Der Umstand, dass die Kiemenspalten auf so eigenthümliche Weise überwölbt sind, lässt es verstehen, dass bei *Lutodeira* auch nicht der kleinste Körper die Kiemenspalten passiren kann, und das durch die Kiemen getriebene Wasser, noch bevor es auf die respirirende Fläche der Kiemenblättchen gelangt, förmlich filtrirt wird, — eine Einrichtung, welche, so viel mir bekannt, in der Fischwelt bis jetzt allein dasteht. Der nicht ganz richtig verstandene Verschluss der Kiemenspalten bei *Helostoma* beruht auf anderen anatomischen Einrichtungen, mit anderen Zwecken.

Eine andere Eigenthümlichkeit der Kiemen der *Lutodeira* besteht in der Theilung jeder Kiemenspalte in eine obere und untere. Es begibt sich nämlich vom Charnier zwischen dem unteren und oberen Segmente des ersten knöchernen Kiemenbogens eine Schleimhautbrücke zu demselben Charnier des zweiten, von diesem zum dritten, und von diesem zum vierten. Die Schleimhautbrücke ist 3 bis 4 Millim. breit, und so fest, dass man auf die Gegenwart eines fibrösen Bandes in ihr schliessen muss, welches denn auch nach Ablösung der Schleimhaut als ein kurzes, derbes, wenig dehnbares Ligament vor Augen tritt, dessen Breite jener der Schleimhautbrücke gleich ist.

Diese Unterbrechung der Kiemenspalten durch ein Band, welches je zwei Kiemenbogen an ihrem Gelenke zusammenkoppelt, scheint darauf berechnet, die Erweiterung der Kiemenspalten zu beschränken, und somit den durch sie passirenden Strom nie so mächtig werden zu lassen, dass er, trotz der oben erwähnten Überbrückung der Kiemenspalten nach innen zu, fremde Körper mit sich reissen und durch sie das Gefässnetz der Kiemenblättchen verletzen könnte. Die bedeutende Länge der Kiemenblättchen (12 bis 15 Millim. für die mittleren an jedem Kiemenbogensegmente) ist kein ausschliessliches Merkmal der *Lutodeira*, und findet sich bei allen echten Clupeaceen, obwohl bei keiner Gattung so auffällig, wie bei der genannten.

Es verdienen noch einige interessante Eigenthümlichkeiten am Skelete der *Lutodeira* angeführt zu werden.

1. Das Basilarstück des Hinterhauptbeines verlängert sich weiter nach hinten, als die seitlichen Hinterhauptsbeine. Letztere können sich somit nur über den vorderen Theil des

Basilarstückes schliessen. Der von ihnen unbedeckt bleibende hintere Abschnitt des Basilarstückes wird durch zwei, den oberen Bogenschenkeln der Wirbel an Form und Grösse gleichende Knochenplatten geschlossen, an welchen eine seitliche Verticalfurche eine Verschmelzung, wahrscheinlich früher getrennt gewesener Stücke, andeutet. Das Hinterhauptbein trüge sonach — als Wirbel betrachtet — drei Paar obere Bogenschenkel, von welchen die vordersten, breitesten, die gewöhnlichen *Occipitalia lateralia,* die übrigen aber wahre obere Wirbelbogen (*Neural Arches* Owen) sind. Der Grundtheil des Hinterhauptbeines lässt sich somit als aus der Verschmelzung dreier Wirbelkörper hervorgegangen annehmen. Dass dieses zulässig ist, beweist die Gegenwart zweier Rippenpaare an ihm. Diese haben die Gestalt der vordersten wahren Rippen, krümmen sich aber nicht in Bogen nach abwärts, sondern streben nach aus- und rückwärts zu jener Stelle, wo das oberste Stück des Schultergürtels sich mit dem nächstfolgenden Gliede desselben verbindet. Die vordere dieser beiden Occipitalrippen ist stabförmig, die hintere breit.

2. Die gabelförmig divergirenden Zinken des *Os suprascapulare* begrenzen mit dem *Occipitale laterale* eine Öffnung, welche in eine, bis in das Augenhöhlendach reichende Höhle führt. Diese Höhle liegt über dem *Occipitale externum* und *Petrosum,* läuft seitwärts von der Schädelhöhle nach vorne, und hat zur oberen Wand die untere Fläche des *Os parietale.* Sie ist im frischen Zustande durch die Insertion des oberen geraden Stammmuskels ausgefüllt, und enthält, ausser diesem Muskel, kein anderes Organ.

3. Die Scheitelfläche des Kopfes geht in die Occipitalfläche unter einem rechten Winkel über. An diesem Winkel befestiget sich die obere Zinke des *Os suprascapulare.* Er bildet eine förmliche *Crista*, in deren Mitte ein Zoll langes, von den Seiten comprimirtes, flossenähnliches Bündel von Knochenfasern nach hinten reicht, um die Insertionsfläche des oberen geraden Stammmuskels zu vergrössern. Ein ähnliches, paariges Bündel sitzt zur gleichen Verwendung am *Os supraclaviculare* fest. Diese Ossificationen erinnern an die verknöcherten Sehnen der Vögel, und sind es vielleicht auch.

4. Höchst auffallend ist die Form der Gräten. Die ungemein zahlreichen Knochen dieses Namens sind nur in ihrer Mitte einfach stabförmig. Nach oben und unten zerfasern sie sich in Büschel von 3 bis 9 feinsten Fasern, welche strahlenförmig divergiren, und dabei in Einer Ebene bleiben, welche mit den Seitenflächen des Rumpfes parallel liegt. Sie lassen sich mit den am Hinterhaupte festsitzenden Bündeln von Knochenfasern vergleichen, mit welchen sie gleichen Zweck haben dürften.

5. Die oberen Bogenschenkel einiger mittleren Schwanzwirbel vereinigen sich zu einem oberen *Arcus* nicht durch seitliches Zusammenlegen, sondern durch Hintereinandertreten. Der rechte Bogenschenkel legt sich hinter den linken. Beide verwachsen, um sich alsbald neuerdings zu trennen, und somit eine doppelte Dornfortsatzspitze — eine vordere und hintere — zu bilden. Dieses kommt auch bei mehreren echten und unechten Clupeaceen vor, und ist bei *Lutodeira* keine constante Einrichtung, da sie bei zweien meiner drei Exemplare fehlt.

Dass die zu unteren Spitzbogen geschlossenen Bogenschenkel der Schwanzwirbel, bis zur Afterflosse hin, an ihren Spitzen noch paarige Rippen tragen, wurde schon von Stannius erwähnt. — An einem der drei vor mir befindlichen Exemplare ist eine Synostose[1]) zwischen

[1]) Hyrtl, Über Wirbelsynostosen und Wirbelsuturen, im XX. Bande der akad. Denkschriften.

dem 34. und 35. Wirbel (deren untere Dornen die Flossenträger der Afterflosse tragen) vorhanden. Der durch die Verwachsung entstandene Wirbel ist nur um die Hälfte länger, als sein Vorder- und Hintermann; seine oberen und unteren Bogenschenkel aber zweimal so breit als die übrigen.

Die Gesammtzahl der Wirbel bei *Lutodeira* beträgt 45; davon 19 Bauch- und 26 Caudalwirbel. Übergangswirbel zwischen beiden Arten, worunter ich jene verstehe, deren untere Bogenschenkel an ihrer Ansatzstelle durch eine unter dem betreffenden Wirbelkörper wegziehende quere Schliesse verbunden werden, sonst aber sich nicht zu einem unteren Bogen verbinden, sondern getrennt bleiben, finden sich nicht vor.

II. Epigonales Kiemenorgan.

In J. Müller's Bau und Grenzen der Ganoiden[1]) heisst es: „Die *Lutodeira* zeichnen sich „noch durch eine hinter der Kiemenhöhle liegende, besondere Höhle aus, welche mit der „Kiemenhöhle durch ein Loch neben dem Schultergürtel communicirt. In dieser Höhle liegt „eine accessorische blätterige Kieme mit knorpeligen Stützen. Die Kieme des letzten, oder „vierten Kiemenbogens, verhält sich übrigens eigenthümlich. Ihre untere Hälfte ist voll„ständig, d. h. zweiblätterig, und hier befindet sich der gewöhnliche Spalt zwischen dem „letzten Kiemenbogen und dem Schlundknochen; die obere Hälfte des vierten Kiemenbogens „verliert aber die hintere Reihe der Kiemenblätter, und hat nur eine Reihe Blätter, welche „an die Haut der Kiemenhöhle angewachsen sind."

Auf diese wenigen und unklaren Worte sollte es vergleichenden Anatomen schon längst gelüstet haben, den Bau der Kiemen von *Lutodeira* näher zu betrachten, um schärferen Aufschluss über die „accessorische, blätterige Kieme, mit knorpeligen Stützen" zu erhalten. Fünfzehn Jahre sind verflossen, seit jene Skizze geschrieben wurde; — es scheint mir desshalb nicht zu früh, ihr den nöthigen Commentar zu geben, wozu mich einige vollkommen conservirte Exemplare dieses seltenen Fisches hinlänglich in Stand setzen.

In der Rachenhöhle von *Lutodeira* liegt, senkrecht über dem hinteren Ende der unteren Schlundkiefer, eine einfache, erbsengrosse Öffnung, welche als Pforte des epigonalen Kiemenorgans dient. Dieses ist paarig, indem sich von jener Öffnung an ein rechter und linker, häutig fleischiger Gang abzweigt, welcher in der Länge von $1^3/_4$ Zoll und mit gleichbleibender Weite (3 Linien Durchmesser) zuerst nach aussen geht, dann sich nach vorne richtet, und zuletzt nach innen und hinten lenkt, so dass sein blindes Ende vor seinem Anfang zu liegen kommt. Der Gang macht also etwas mehr als eine ganze Spiraltour um eine senkrecht gedachte Axe.

Die Spiralwindung des Ganges liegt auf einer dünnen dreieckigen Knochenplatte auf. Diese Platte ist eigentlich nur die enorm entwickelte innere Kante der Furche des oberen Segmentes des vierten Kiemenbogens, welche sich nach aussen umlegt, und sich horizontal über die oberen Segmente der übrigen Kiemenbogen lagert; ja die nach aussen gerichtete Spitze der dreieckigen Knochenlamelle ragt selbst über die von ihr bedeckten Kiemen etwas hinaus[2]). Die Platte ist nur an ihrer Basis und an ihrem vorderen Rande knöchern. Der hintere Rand besteht aus jenem eigenthümlichen fibrösen Gewebe, in welches sich bei Fischen

[1]) Pag. 74 und 75.
[2]) Fig. 2, lit. *a*.

so gerne dünne und scharfe Knochenlamellen fortsetzen, ohne dass man im Stande wäre die Stelle genau zu bestimmen, wo der Knochen aufhört, und die fibröse Membran beginnt.

Das paarige, schneckenähnlich nach innen gewundene accessorische Kiemenorgan liegt somit in der eigentlichen Kiemenhöhle über den echten Kiemen, und ist nicht blätterig gebaut, sondern schlauchförmig, mit einigen Reminiscenzen an Kiemenattribute[1]).

An der äusseren Wand der ersten halben Spiraltour zieht sich nämlich ein doppelter Kamm von harten, knorpeligen, spitzigen Strahlen hin[2]). Beide Kämme trennt eine Furche. Sie imponiren durch ihre Form für respirirende Kiemenstrahlen; sind es aber, wie Injectionen lehren, sicher nicht. Die untere Strahlenreihe ist eine Fortsetzung des an der oberen Fläche der unteren Schlundkiefer aufsitzenden Bartes oder Rechens, und die obere eine ähnliche der inneren Strahlenreihe an der concaven Seite des untern Segments des vierten Kiemenbogens[3]). Diese Rechen, welche bei den Clupeen und den echten Scombri so ausgezeichnet langzähnig erscheinen, und wie Reusen die fremden Körper auffangen, welche der in die Kiemenspalten eintretende Wasserstrom hierher gebracht hat, führen weder ein respiratorisches Gefässnetz, noch sind sie überhaupt gefässreich zu nennen. Ihre Härte und ihr gefässloser, äusserst feiner, aber sehr fest adhärenter membranöser Überzug eignet sich nur zu der erwähnten mechanischen Verwendung. Die doppelte Blattreihe an der Aussenwand unseres Spiralganges ist somit kein Äquivalent einer Kieme, obwohl die Furche zwischen beiden Reihen allerdings eine Kiemenspalte repräsentirt. Es ist desshalb unrichtig, wenn Stannius, welcher das accessorische Organ aus eigener Anschauung zu kennen scheint, und es besser als Müller, einen halbzirkelförmigen Gang nennt, welcher mit einer Ampulle blind endigt, die doppelte Strahlenreihe als eine blätterige Kieme auffasst[4]).

An der inneren Wand der ersten halben Spiraltour unseres Organs wölbt sich die auskleidende Schleimhaut zu einem Wulste auf, dessen gelblich gesprenkeltes Ansehen gegen das braunrothe Colorit der Umgebung scharf absticht. Die Oberfläche des Wulstes ist merklich gerunzelt, weich und leicht deprimirbar. Das gesprenkelte Ansehen rührt davon her, dass die im Innern des Organs vorhandenen ungemein zahlreichen, aber ohne bestimmte Verlaufsrichtung durcheinander laufenden Muskelzüge ein Balkenwerk bilden, dessen Zwischenräume durch saturirt gelbes Fett eingenommen werden. Dieses scheint an der Oberfläche des Wulstes durch, und drängt sich bis in die Rugositäten der freien Fläche vor. Nervenreich ist dieser Wulst nicht zu nennen. Die Vagus-Äste, welche die Kiemenschnecke versorgen, scheinen ihn selbst zu vermeiden, und begeben sich weit zahlreicher zu der übrigen Schleimhaut des accessorischen Kiemenorgans.

Wer das an der oberen Schlundwand der Cyprinoiden vorkommende, sogenannte irritable Schlundorgan kennt, wird sich mit mir veranlasst fühlen, eine Verwandtschaft des fraglichen Wulstes mit diesem zuzugeben. Im ferneren Verlaufe des gewundenen Ganges ist die Schleimhaut glatt, drüsenlos, aber sehr dick, und mit der Canalwand, welche sie überzieht, sehr innig verwachsen. Ihr Nervenreichthum wurde bereits erwähnt.

Von besonderer Wichtigkeit für die functionelle Bedeutung der Kiemenschnecke ist das Verhalten ihrer Blutgefässe. Die Injection des aus dem Herzbulbus sich verlängernden

---

1) Fig. 1 und 2.

2) Fig. 1, lit. *a*.

3) Das obere Segment des vierten Kiemenbogens kann desshalb nur Eine Strahlenreihe besitzen, welche der äusseren der übrigen Kiemenbogensegmente entspricht.

4) Handbuch der Zootomie, 2. Aufl., 2. Thl., 1. Hft., pag. 16.

Truncus branchialis communis zeigte, dass die Schlagader des vierten Kiemenbogens, wo sie von dem unteren Gelenkstück desselben in das obere übergeht, sich in zwei Zweige theilt, deren kleinerer die Kiemenblättchen des oberen Gelenkstückes dieses Bogens versorgt, während der stärkere durch ein Loch der früher erwähnten dreieckigen Knochenplatte (auf welcher das Organ lagert) in die untere Wand der Kiemenschnecke eindringt, und am inneren concaven Rande ihrer spiralen Krümmung, also möglichst weit von der am convexen äusseren Rande befindlichen, supponirten „doppelblätterigen Kiemen" hinzieht. Die Stärke dieses Zweiges sichert dem Organ eine reichliche venöse Blutzufuhr. Das abführende Gefäss wurde ohne vorausgegangene Injection untersucht. Es hält sich genau an das zuführende, welchem es an Stärke gleicht, durchbohrt aber nicht die dreieckige Stützplatte des Organs, sondern inserirt sich in die vierte Kiemenvene, welche ihrerseits diese Durchbohrung vornehmen muss, um an die Schädelbasis zu gelangen, und eine Wurzel der Aorta zu werden [1]). Die rechte und linke vierte Kiemenvene vereinigen sich, nachdem jede die zugehörige Kiemenschneckenvene aufgenommen, zu einem kurzen gemeinschaftlichen Stamm, welcher in die untere Fläche des bereits durch die drei vorderen Kiemenvenen gebildeten Aortenstammes einmündet.

Diesem Gefässverhältnisse nach ist die Kiemenschnecke der *Lutodeira* ein athmendes Organ, welches schwarzes Blut aus dem Herzen erhält, und rothes zur Aorta sendet. Ohne auf den Gefässverkehr Rücksicht zu nehmen, würde schon die Auskleidung der Kiemenschnecke mit Flimmerepithel die respiratorische Verwendung derselben anzeigen.

Ist nun das Organ ein athmendes, so musste auch dafür gesorgt sein, seinen Wassergehalt zu erneuern, wenn der einmal in ihm enthaltene Vorrath seines Luftgehaltes beraubt wurde. Hierzu dient, da das Organ keine Gegenöffnung seines Einganges besitzt, die Contractilität seiner Wand, deren Dicke von einem imposanten Muskelstratum bedungen wird, welches überwiegend aus Constrictoren besteht, mit folgender Anordnung. Fasst man die Stelle schärfer ins Auge, welche an der äusseren Oberfläche der Kiemenschnecke jener Furche der inneren entspricht, durch welche die beiden Kammreihen der äussern Wand der ersten halben Spiraltour von einander geschieden werden, so stellt sie einen weissen, derben, offenbar tendinösen Streifen dar, welcher der Ausgangs- und Endpunkt von Schnürmuskeln ist, die die Oberfläche des Organs umgreifen. Über diesen Streifen hinaus laufen die Schnürmuskeln in sich selbst zurück, und bilden sonach vollkommene Kreise, welche so zahlreich und so dicht zusammengedrängt liegen, dass sie bis zum blinden Ende des Organs hin, eine Schichte von 1·5 Millim. bilden. Wer möchte es läugnen, dass die Wirkung dieses ausgezeichneten Muskelapparates darauf hinzielt, durch Constriction des Organs in seiner ganzen Länge, den Wassergehalt desselben durch dieselbe Öffnung auszutreiben, durch welche bei der nachfolgenden Erschlaffung der Schnürmuskeln eine neue Menge Flüssigkeit einströmt, oder besser eingesogen wird.

Ob dem Organe noch eine sensitive Wirkung zukommt, wie der Kiemenschnecke von *Heterotis*, lässt sich weder bejahen noch verneinen. Der Vagus-Ast, welcher, wie bei *Heterotis*, so auch bei *Lutodeira* das accessorische Kiemenorgan versieht, ist, im Verhältniss zu jenem, nur unbedeutend zu nennen, und steht in keinem so auffallenden Contrast zur Grösse des Organs, wie bei *Heterotis*. Nichts desto weniger mag er durch die feingeflochtenen *Plexus*,

[1]) Fig. 1, lit. *k*, *i*, *l*.

welche er in der Schleimhaut der Kiemenschnecke bildet, Vermittler von Gefühlen sein, von welchen natürlich die Anatomie, — wie der Fisch selbst — nichts zu sagen weiss.

Vergleicht man den hier geschilderten Bau des epigonalen Kiemenorgans von *Lutodeira* mit den accessorischen Kiemenorganen, welche ich bei einigen Clupeengattungen, als *Meletta*, *Chatoessus*, *Clupanodon*, *Gonostoma* beschrieben und abgebildet habe[1]), so stellt sich ein an Identität grenzender Verwandtschaftsgrad beider heraus. Form, Bau, Lagerung und Gefässverkehr des accessorischen Kiemenorgans ist bei *Lutodeira* derselbe, wie bei den genannten echten Clupeaceen, während ein unechter Clupeid, *Heterotis* (besser *Helicobranchus*) *Ehrenbergii*, das Organ in seiner vollkommensten Entwickelung zeigt.

Ich besitze aber auch in meiner Skeletsammlung von Fischen eine grosse Anzahl von Characinen, an deren Kiemen das obere Segment des vierten Kiemenbogens eine dreieckige Knochenplatte trägt, welche an Grösse und Gestalt jener der *Lutodeira* gleicht. Es wäre demnach zu vermuthen, dass das accessorische Kiemenorgan auch einzelnen Gattungen dieser Ordnung zukommt, was man um so leichter annehmen kann, als sehr prägnante anatomische Charaktere die Characinen mit den Clupeiden verbinden, und manches Cuvier'sche Genus aus der letzteren Ordnung in die erstere transferirt werden musste.

Die Characinen-Genera, bei welchen die dreieckige Knochenplatte am vierten Kiemenbogen, welche ich für eine Stütze des accessorischen Kiemenorgans halte, am stattlichsten erscheint, sind: 1. *Citharinus Geoffroi* C. V., 2. *Distichodus niloticus* C. V., 3. *Pygocentrus Piraya* C. V. und 4. *Prochilodus Brama* C. V.[2]).

Bei 1 und 4 gleicht die Knochenplatte einem rechtwinkeligen Dreieck, dessen Hypotenuse nach aussen (und oben) gerichtet ist, dessen längere Kathete am oberen Segment des vierten Kiemenbogens festsitzt, und dessen kürzeste Seite gerade nach vorne sieht. Ein Canal beginnt an der inneren Fläche des hinteren Winkels der Platte, und lässt sich in der Platte bis in die Nähe ihres vorderen Randes verfolgen. Von diesem Hauptcanal gehen mehrere Nebenöffnungen zur oberen Fläche der Platte, auf welcher die Kiemenschnecke aufliegt.

Bei *Distichodus* und *Pygocentrus* ist die Platte viel kleiner, undurchbohrt, und so gestellt, dass ihre Flächen nach vorne und hinten schauen. Dass diese beiden Gattungen eine Kiemenschnecke besitzen, kommt mir aus dem Gesammthabitus ihrer knöchernen Kiemengerüste nicht recht wahrscheinlich vor. Dass aber *Citharinus* und *Prochilodus* eine solche haben, wird mir durch die grosse Übereinstimmung ihrer Kiemen mit jenen der *Lutodeira* fast zur Gewissheit. So mögen denn Jene das letzte Wort hierüber sprechen, welche in der Lage sind, Weingeist-Exemplare der genannten Gattungen untersuchen zu können, was mir, da ich alle meine Vorräthe zu Skeleten aufgearbeitet habe, leider nicht gestattet ist.

Nachstehende Tabelle gibt, wie eine ähnliche über Siluroiden[3]), eine Übersicht über Zahlenverhältnisse der Knochen einiger nächster Verwandten der *Lutodeira*. Die Tabelle enthält, da meine Skeletsammlung noch nach dem Cuvier'schen Systeme geordnet ist, ausser echten Clupeen, auch einige Characinen. Störend für den hier verfolgten Plan kann diese Vereinigung von heterogenen Dingen nicht sein, da es, wie früher bemerkt, mehr als wahrscheinlich ist, dass die Kiemenschnecke auch einzelnen Gattungen der Characinen zukommt.

---

[1]) Denkschriften der kais. Akademie, X. Bd. Über die accessorischen Kiemenorgane der Clupeaceen.

[2]) Fig. 3, 4, 5, 6.

[3]) Denkschriften der kais. Akad. XVI. Bd., S. 16 bis 18.

OSTEOLOGISCHE TABELLE

Name	Bauchwirbel	Übergangs-wirbel	Schwanz-wirbel	Gesammtzahl der Wirbel	Strahlen der Brustflossen	Strahlen der Bauchflossen
Lutodeira Chanos	19	fehlen	26	45	18	11
Heterotis Ehrenbergii . . .	26	fehlen	43	69	11	6
Meletta Thryssa	12	14	25	51	14	7
Chatoessus Jacunda . . .	12	13	26	51	14	7
Gonostoma javanicum . . .	12	7	22	41	12	7
Clupanodon aureus	12	5	23	40	12	7
Alausa tyrannus	18	2	34*	54	15	9
Pellona Lechenaultii . . .	14	3	28	45	14	6
Coilia Hamiltonii	10	2	65	77	13	7
Hyodon claudalus	31	fehlen	30	61	12	7
Elops saurus	51	fehlen	32	83	19	14
Albula macrolopidota . . .	42	1	31	74	16	15
Butirinus macrocephalus . .	41	fehlen	26	67	14	9
Megalops indicus	38	fehlen	29	67	12	10
Chirocentrus Dorab . . .	29	fehlen	46	75	10	5
Engrandis Graji	11	11	22	44	11	5
Notopterus Kapirat	13	fehlen	59	72	11	4

DER CLUPEACEEN.

Strahlen der Rückenflosse	Strahlen der Afterflosse	Strahlen der Schwanzflosse	Kiemen-strahlen	Anmerkungen.
17	11	$\frac{17}{17}$	4	Kiemenschnecke.
34	37	$\frac{17}{17}$	9	Kiemenschnecke von ausgezeichneter Entwicklung.
14	32	$\frac{15}{15}$	6	Kiemenschnecke. Der 10. Bauchwirbel und der 3. Schwanzwirbel trägt 2 Dornfortsätze, der 19. und 20. zweispitzige Dornfortsätze.
15	34	$\frac{14}{14}$	7	Kiemenschnecke.
19	18	$\frac{13}{13}$	4	Kiemenschnecke.
16	14	$\frac{14}{14}$	6	Kiemenschnecke.
18	18	$\frac{17}{17}$	8	Kiemenschnecke zweifelhaft, weil nur fertige Skelete mir zur Hand sind, an welchen allerdings eine dreieckige Knochenplatte am oberen Segment des vierten Kiemenbogens vorkommt, welche, wie bei *Lutodeira*, zur Stütze einer Kiemenschnecke dienen könnte.
19	43	$\frac{14}{14}$	6	Kiemenschnecke, wie bei *Clupanodon*. Die oberen Bogenschenkel des ersten Wirbels schliessen sich zwar zu einem oberen oder Nervenbogen, weichen aber nach dem Schlusse gleich wieder auseinander.
11	60 (After- und Schwanzflosse zusammen)		9	Kiemenschnecke fehlt. After- und Schwanzflosse zusammenfliessend.
12	35	$\frac{15}{15}$	9	Kiemenschnecke, wie bei *Clupanodon*.
26	14	$\frac{19}{19}$	29	Ohne Kiemenschnecke, wie alle folgenden. Das nach hinten verlängerte *Occipitale basilare* trägt, ausser den seitlichen Hinterhauptsknochen, noch zwei obere breite Bogenschenkel, wie bei *Lutodeira*.
25	18	$\frac{19}{15}$	33	Hinterhauptknochen, wie bei den vorhergehenden.
18	7	$\frac{19}{15}$	12	
21	23	$\frac{15}{15}$	16	Am Hinterhauptknochen sitzen vier einfache, lange, bogenförmig nach aussen und oben gekrümmte Gräten.
15	31	$\frac{13}{13}$	6	
11	38	$\frac{13}{13}$	10	
8	119 (After- und Schwanzflosse zusammen)		7	Die Afterflosse geht in die Schwanzflosse über.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Kiemen und accessorisches Kiemenorgan *in situ* von *Lutodeira*, von oben gesehen. Das linke, *a*, ist geöffnet, um die an der äusseren Wand hinziehende, doppelte Kammzackenreihe mit der Furche zwischen beiden, zu sehen.

Am rechten accessorischen Kiemenorgan ist bei *b* der Eintritt des dem Organ zukommenden Vagusastes dargestellt.

c. Einfache Ausmündungsöffnung beider Organe in die obere Rachenwand.

d, *d*. Kiemenbogen.

e. Aortenwurzel, welche nur durch die Venen der drei vorderen Kiemenbogen (*f*, *g*, *h*) zusammengesetzt wird, während sich die Vene des vierten Kiemenbogens, *i*, mit der Vene *k* der Kiemenschnecke zu einem gemeinschaftlichen Stamme eint, welcher mit dem der entgegengesetzten Seite verschmilzt, und in die ventrale Wand des Anfangsstückes der Aorta bei *l* einmündet.

Fig. 2. Die beiden Kiemenschnecken sind aufgehoben, und nach hinten umgelegt, um ihre dreieckigen Stützknochen *a*, *a* zu entblössen.

Fig. 3. Kiemengerüste von *Prochilodus Brama*.

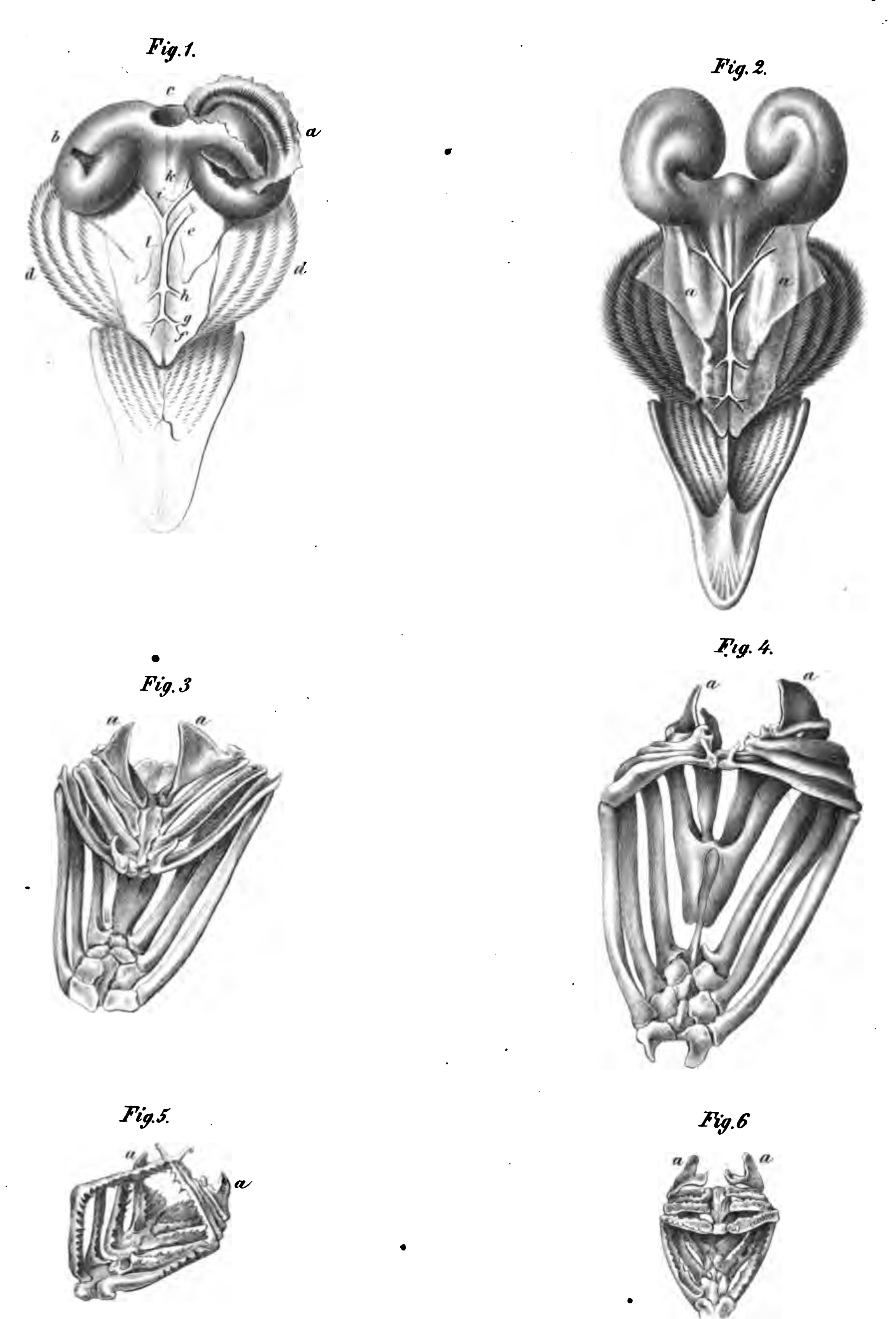
Fig. 4. Kiemengerüste von *Citharinus Geoffroi*.

Beide sind schief von der Seite aufgenommen, um den Zusammenhang der dreieckigen Knochenplatte, welche höchst wahrscheinlich eine Kiemenschnecke zu stützen bestimmt ist, mit dem oberen Segment des vierten Kiemenbogen besser wahrzunehmen.

Fig. 5. Kiemengerüste von *Pygocentrus Piraya*.

Fig. 6. Kiemengerüste von *Distichodus niloticus*.

aa bezeichnet in den beiden letzten Figuren die quergestellte dreieckige Knochenplatte am obern Stücke des vierten Kimenbogens.



Lith. u. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

ÜBER EINE NEUE RIPPENART

UND ÜBER

DAS LABYRINTH VON POLYACANTHUS HASSELTI.

Von

PROF. JOSEPH HYRTL.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 15. JULI 1861.

In dem kurzen Berichte, welchen Cuvier über die Anatomie der Gattung *Polyacanthus* K. & V. H. gibt[1]), ist eine eigenthümliche Einrichtung der vorderen Wirbel dieses Fisches unerwähnt geblieben, welche bei keinem anderen Labyrinthfisch, überhaupt bei keinem anderen Fischgeschlechte, wiederkehrt. Sie besteht in Folgendem.

Jeder der fünf vorderen Wirbel trägt an seinem oberen Dorn (*Neural Spine* Owen) ein Rippenpaar[2]), welches den von den seitlichen Fortsätzen (*Parapophyses* Owen) der Wirbelkörper ausgehenden, eigentlichen Rippen an Stärke gleich ist, an Länge nur wenig nachsteht.

So häufig das Vorkommen wahrer Rippen an den unteren Wirbeldornen (*Haemal Spines* Owen) der Schwanzwirbel ist, so selten sitzen Rippen an den oberen Dornen auf, und *Polyacanthus* ist das einzige Geschlecht, welches sich dieser Abweichung von einer für die ganze Fischwelt geltenden Regel rühmen kann. Welcher Zweck mit dieser Einrichtung verbunden ist, soll gleich gesagt werden. Vorerst ein paar Worte über die oberen Dornfortsatzrippen selbst.

Der erste und zweite Wirbel von *Polyacanthus* sind unter sich und mit dem Basalstück des Hinterhauptbeines verwachsen. Sie besitzen keine wahren Rippen an den Seitengegenden ihrer Körper, wohl aber tragen ihre Dornfortsätze, welche so breit sind, dass sie in der unteren Hälfte ihrer Länge mit einander verwachsen, vollkommen entwickelte Rippen. Diese articuliren mit den seitlich comprimirten Dornfortsätzen, genau in der Mitte ihrer Länge,

---

1) Hist. nat. des poissons, Tom. VII, pag. 353—356.

2) Tab. I, Fig. 1 und 2.

also ungefähr 4 Millimeter über dem Rückgratcanal. In gewohnter Weise nach aus- und abwärts gebogen, erreichen diese Dornrippen der zwei ersten Wirbel die Innenfläche des Schultergürtels. Die erste legt sich so genau an die *Scapula* an, dass sie mit ihr sich zu identificiren scheint; die zweite reicht bis zum *Os coracoideum* herab, an welchem sie durch Syndesmose fixirt wird.

Denselben Ausgangspunkt von den oberen Dornfortsätzen haben die Dornrippen des dritten, vierten und fünften Wirbels, welche etwas stärker sind als jene der zwei ersten, ankylotischen Wirbel. Ihre unteren Enden verhalten sich verschieden. Die Dornrippen des dritten und vierten Wirbels erreichen mit ihren unteren Enden die eigentlichen oder wahren Rippen nicht weit von ihren Köpfen, und hängen mit ihnen so fest zusammen, dass ich, bei einem so seltenen und werthvollen Skelete nicht jene Gewalt anwenden wollte, welche erforderlich gewesen wäre, um zu entscheiden, ob es sich um Synostose oder Syndesmose handelt. Das untere Ende der fünften Dornrippe bleibt frei im Fleische der Rückenmusculatur. Sehr auffallend erscheint es, dass die Ebenen der Bogenkrümmung der recht- und linkseitigen Dornrippen, für die drei hinteren derselben, nicht in derselben Richtung stehen. So steht das untere Ende der dritten linken Dornrippe an das obere Ende der vierten wahren Rippe an, — jenes der dritten rechten dagegen an die dritte rechte wahre Rippe. Die vierte linke Dornrippe erreicht die fünfte linke wahre Rippe, — die vierte rechte, die sechste wahre Rippe. Die schiefe Richtung der Rippen nach hinten ist somit auf beiden Seiten verschieden.

Was die Grösse der Bogenkrümmung aller fünf Dornrippen Einer Seite betrifft, so nimmt der Bogen von der ersten bis fünften an Grösse ab, und die fünf Rippen Einer Seite überwölben somit einen horizontal über den wahren Rippen liegenden konischen Raum, dessen Spitze nach hinten sieht, dessen offene Basis gegen den Schädelgrund gerichtet ist. Fibröse Intercostalbänder verwandeln diesen Trichterraum in einen seitlich geschlossenen. Die Trichter beider Seiten werden durch die Wirbelsäule und deren obere Dornen von einander getrennt. Ihre weiten Eingangsöffnungen münden in den oberen hinteren Bezirk des Pharynx, dessen Schleimhaut dadurch Gelegenheit findet die innere Oberfläche dieser Höhlen auszukleiden. So viel sich an Weingeistexemplaren sehen lässt, scheint die Höhle ein flimmerndes Epithel zu tragen.

Wozu dienen diese hohlen Trichter? Sie sind Aufnahmshöhlen der hinteren Hälften der beiderseitigen Kiemenlabyrinthe, welche sich so weit nach hinten erstrecken, dass das bei den übrigen Labyrinthfischen durch Schädelbasis, *Opercula* und oberes Ende der Schultergürtel gebildete *Cavum* zur Aufnahme des Labyrinthes bei *Polyacanthus* diesem Zwecke nur zur Hälfte genügt, und die weit in den Rücken hineindringenden Kiemenlabyrinthe somit einen besseren Schutz benöthigten, als ihn die Rückenmuskeln gegeben haben würden. Dieses ist die functionelle Idee der Dornrippen, und in ihr liegt zugleich die Erklärung, warum kein anderer Labyrinthfisch[1]), ja überhaupt kein anderer Fisch, obere Dornrippen besitzen kann.

An den Schwanzwirbeln mehrerer Genera der Labyrinthfische kommen auch untere Dornrippen vor. So z. B. bei *Helostoma*, *Spirobranchus*. Sie gehen von der Mitte der unteren Dornen aus, und überlagern die hinteren Endzipfe der Schwimmblase, welche sich zu beiden Seiten der unteren Dornfortsätze bis in die Nähe der Caudalflosse erstrecken.

---

[1]) Selbst das dem *Polyacanthus* sowohl durch seine äusseren als auch durch seine anatomischen Charaktere so ähnliche *Helostoma* nicht. Ich habe die übrigen alle verglichen.

Was Cuvier über das Labyrinth dieses Fisches sagt[1]) ist durchaus unrichtig. Wer sich mit der Untersuchung von Labyrinthfischen abgegeben hat, wird aus eigener Erfahrung wissen, wie schwer es ist, den Kiemenapparat sammt dem Labyrinth unversehrt aus dem Schädel herauszubekommen, und wie unvollkommen die Ansicht des Labyrinthes ist, welche man, um es sich leichter zu machen, nur durch Ablösung der *Opercula* erhält. Besitzt man jenen Grad von Geduld und Geschicklichkeit, welcher zur tadellosen Herausnahme des Kiemenlabyrinths erforderlich ist, wird man eine bessere Beschreibung dieses Labyrinthes geben können, als in den Worten Cuvier's enthalten ist, und zugleich noch andere Irrthümer der *Histoire naturelle* über das Kopfskelet des *Polyacanthus* berichtigen können.

So habe ich an den zwei von mir untersuchten Arten: *P. Hasselti* und *P. chinensis*, keine Sammtzähne im Zwischen- und Unterkiefer angetroffen *(dents en velours)*, sondern eine einfache Reihe Hechelzähne, und der Gaumen ist nicht unbezahnt, sondern trägt am hinteren Ende des mit einer unteren Crista des Hinterhauptbeines verschmolzenen Vomer drei merkwürdige Zähne, deren mittlerer sonderbarer Weise hakenförmig nach vorne umgebogen ist, und dem zu Verschlingenden wie eine Angel entgegensteht, während die beiden seitlichen, mit ihrem Körper horizontal nach auswärts, mit ihrer Spitze aber wieder hakenförmig nach vorne gebogen gesehen werden. Sie sind bei weitem nicht so klein, dass man sie übersehen könnte.

Was nun das Labyrinth des *Polyacanthus* speciell betrifft, so habe ich darüber, unter Voraussetzung, dass die von Peter's[2]) gegebene Berichtigung über das Kiemengerüst der Labyrinthfische dem Leser bekannt ist, folgendes Wenige vorzubringen.

Das fragliche Labyrinth ist unter allen Fischen dieses Charakters das ärmste an Blättern[3]). Die Gattung *Ophiocephalus* (welche in dieser Beziehung selbst dem *Polyacanthus* nachsteht) besitzt an ihrem Labyrinth gar keine Blätter, hat somit kein Labyrinth, und ist — selbst abgesehen von seiner als Malacopterygier unnatürlichen Stellung in einer Familie der Stachelflosser — folgerichtig auch kein Labyrinthfisch.

Das obere Segment des ersten Kiemenbogens bildet eine breite, dünne, schief nach innen und oben gerichtete Knochenlamelle, an deren oberem Rande ein Fortsatz emporragt zur Articulation mit dem von Cuvier als *Stylet* bezeichneten oberen Schlundknochen des ersten Kiemenbogens. Am vorderen Rande dieser Lamelle erhebt sich das Hauptblatt des Labyrinthes, und zieht an der äusseren (oberen) Fläche der Lamelle etwas S-förmig geschwungen, bis in die Nähe des hinteren Randes derselben, von welchem seine Verbindung mit ihr aufhört, so dass es frei sich über diesen Rand hinaus nach hinten verlängert, und zwar so weit, dass der freie Theil des Hauptblattes länger als der befestigte ist. Das Blatt ist vollkommen glatt, ohne jene Kräuselung, welche an den Blättern des Labyrinthes anderer Fische dieser Familie gesehen wird, und welche von Cuvier so passend mit den Blättern des Krauskohles *(choux frisé)* verglichen wurde.

Dieses Hauptblatt wird von einem zweiten, mit ihm so ziemlich parallelzügigen begleitet, oder richtiger gesagt, umsäumt. Dasselbe geht unterhalb des Hauptblattes von der erwähnten Knochenlamelle aus, folgt dem Hauptblatte in seinem Zuge nach hinten, verlängert sich, wie

[1]) Lib. cit. pag. 355.

[2]) Müller's Archiv, 1853, pag. 427, wo bewiesen wurde, dass das Labyrinth, nicht wie Cuvier annahm, und in der Benennung der von ihm aufgestellten Familie der *„poissons à pharyngiens labyrinthiformes“* ausdrückte, durch metamorphosirte obere Schlundknochen gebildet werde, sondern in einer besonderen Formirung des oberen (dritten) Gelenkstückes des ersten Kiemenbogens (*Epibranchial* Owen) gegeben sei.

[3]) Tab. I, Fig. 3.

dieses, über die Lamelle hinaus, umgreift das hintere freie, zugespitzte Ende des Hauptblattes, zieht oberhalb desselben wieder zum vorderen Rande der Lamelle zurück, umgreift diesen, und endigt an der inneren (unteren) Fläche der Lamelle dort, wo der zur Verbindung mit dem „Stylet" bestimmte Fortsatz der Lamelle fusst. Der das hintere freie Ende umgreifende, gleichfalls freie Theil dieser zweiten Platte ist ebenfalls, wie das Hauptblatt, nach hinten spitzig ausgezogen. Diese freien, d. h. das breite obere Gelenkstück des ersten Kiemenbogen nach hinten überragenden Theile beider Blätter sind es nun, welche die durch die oberen Dornrippen umschlossenen Hohlräume für sich in Anspruch nehmen, um ihr zartes und gebrechliches Wesen in ihnen zu bergen. Bei anderen Labyrinthfischen ist das Labyrinth, wenn auch noch so blätterreich, bei weitem nicht in dem Grade nach hinten entwickelt, wie bei *Polyacanthus*, und findet desshalb unter dem Schädelgrund und dem oberen Segment des Schultergürtels Raum genug für seine Installirung.

Ich habe das Wort „blätterreich" mehrmals gebraucht. Eine Schlussbemerkung über dasselbe. Ich bin so glücklich, eine Sammlung von Fischskeleten zu besitzen, welche fünf Hundert Exemplare zählt, und fortwährend im Zunehmen begriffen ist. Skeletsammlungen erhalten dann einen besonderen Werth, wenn sie ein und dieselbe Species in verschiedenen Altersepochen enthalten. Ich habe nun zwei Species von echten Labyrinthfischen in sechs Exemplaren vor mir, — *Anabas scandens* in drei, und *Osphromenus olfax* ebenfalls in drei. Die jüngsten Exemplare beider[1]) haben ein sehr blätterarmes Labyrinth[2]), und seine Form ist jener einfachen, von *Polyacanthus*[3]) eben geschilderten so weit ähnlich, dass nur die nach hinten gerichteten Fortsetzungen der beiden Blätter fehlen, um die Ähnlichkeit zur Gleichheit zu steigern. Vergleicht man diese höchst einfachen Labyrinthe jugendlicher Individuen mit jenen der vollkommen ausgewachsenen Prachtexemplare[4]), so wird man über die Complicirtheit der letzteren erstaunen. Das Labyrinth des *Osphromenus*-Riesen[5]) ist ein Ball von so zahlreichen und so bizarr verschlungenen Blätterzügen, dass man es unmöglich für ein Organ derselben Species halten könnte, wenn nicht der Vergleich mit dem dritten (mittleren) Exemplar den Beweis lieferte, dass das Labyrinth mit dem zunehmenden Wachsthum des Thieres an Blätterzahl gewinnt. Es lässt sich selbst die Entstehung der jungen Blätter an und auf den Wurzeln der älteren sehr gut ausnehmen. Dasselbe bestätigt der Vergleich eines drei Zoll langen Weingeistexemplares von *Helostoma Temminckii* mit dem Skelet eines siebenzölligen. Es ist somit die Angabe Cuvier's, dass *Helostoma* ein blattreicheres Labyrinth besitzt als *Osphromenus*, und *Anabas* ein complicirteres als *Helostoma*, nur für die Exemplare richtig, welche Cuvier vor Augen hatte. An anderen kann das Verhältniss ein umgekehrtes sein.

Dieser mit dem Alter zunehmende Nachwuchs von neuen Blättern unterbleibt nun vollends bei *Polyacanthus*, — es perenniren die zwei erstgebornen, — nichts Neues tritt hinzu. Was aber dem Labyrinth an Blattreichthum fehlt, wird, wenigstens unvollkommen, durch überwiegende Entwickelung der beiden vorhandenen Blätter nach hinten compensirt, und dadurch ein Vorkommen begründet, bei dessen Schilderung ich mich vielleicht schon zu lange aufgehalten habe.

---

[1]) 2½ Zoll lang für *Osphromenus*, — 1¾ Zoll für *Anabas*.

[2]) Tab. II, Fig. 2 für *Osphromenus*.

[3]) Das Exemplar von *P.*, welches ich besitze, ist ohne Zweifel vollkommen ausgewachsen, denn seine Länge beträgt 6½ Zoll, während die *Specimina*, welche man in Museen trifft, nur 4—5 Zoll Länge besitzen.

[4]) 6 Zoll für *Anabas*, 17 Zoll (!) für *Osphromenus*.

[5]) Tab. II, Fig. 1. Ich verdanke dieses unschätzbare Exemplar der Güte des Herrn Dr. Quekett am Hunterian Museum.

Die Gattung *Ophiocephalus*, wie früher gesagt, gehört nicht zu den Labyrinthfischen, denn sie besitzt kein Labyrinth. Abgesehen von dem wichtigen Unterschiede im Flossenbau zwischen *Ophiocephalus* und den wahren Labyrinthfischen[1]), ist das sogenannte Labyrinth des ersteren von dem gewöhnlichen Kiemenlabyrinth durchaus verschieden. Es besteht, wie Cuvier richtig angegeben hat, nur aus einer breiten, nach aussen concav gebogenen, durch das obere Gelenkstück des ersten Kiemenbogen gebildeten Knochenplatte *(une grand lame, formée de deux plans joints à angle obtus)*[2]), welche nach oben zu in einen dünnen, säulenartigen Fortsatz ausläuft (Stylet der übrigen Fische), und in einer zweiten, nicht mit dem Kiemengerüste verbundenen, sondern von der inneren Fläche des Schläfbeines (*temporal* Cuv.) ausgehenden, senkrecht absteigenden Knochenplatte, welche vor der ersten steht, und mit ihr durch eine Hautbrücke verbunden ist *(et c'est par les membranes, qui joignent l'une à l'autre, qu'est formé le sinus, beaucoup plus simple que dans l'anabas, où l'eau peut être retenue)*[3]).

Ich habe dagegen zu bemerken, dass das blätterreichste Labyrinth von grossen Helostomen, Anabas und Osphromenen, das Wasser, welches die Kiemen befeuchten soll, wenn der Fisch an's Trockene geht, nicht im Geringsten zurückzuhalten vermag. Ein einfacher Versuch zeigt dies. Man bohre bei einem grossen Exemplare dieser Gattungen das *Os parietale* senkrecht durch, um einen künstlichen Zugang zur Aufnahmshöhle des Labyrinthes zu eröffnen, setze einen mit Wasser gefüllten Glastubus ein, um das Labyrinth zu füllen, und achte auf den Schluss der Kiemendeckel. Sind diese (bei gleichzeitig geschlossener Mundöffnung) bis zum Schluss der Kiemenöffnung niedergedrückt, bleibt das Wasser in der Labyrinthhöhle; — wird ein Kiemendeckel durch eine unter ihn eingebrachte Nadel nur ein wenig gelüftet, so läuft alles Wasser durch die Kiemenöffnung aus, denn das Labyrinth vermag es nicht zurückzuhalten. Wie sollte nun erst bei *Ophiocephalus* durch ein paar Knochenblätter mit senkrecht stehenden Flächen ein Zurückhalten des Wassers ermöglicht werden?

Dass *Ophiocephalus* lange Zeit ausser Wasser leben kann, Wanderungen auf dem Trockenen unternimmt, und dadurch bei den Hindoos in den Geruch der Heiligkeit kam, indem sie meinen, er falle vom Himmel auf die Erde, hat seinen Grund nicht in dem Vorhandensein jener beiden Knochenblätter, von welchen eben gezeigt wurde, dass sie den zum Feuchthalten der Kiemen nöthigen Wasservorrath zu bergen nicht geeignet sind, sondern in den von mir gefundenen Aortenbogen[4]), welche, mit Umgehung der Kiemen, Blut in die Aorta schaffen, und bei Stillstand der Kiemenfunction den Kreislauf unterhalten. Die Arterie des vierten Kiemenbogens, mächtiger als die übrigen, geht, nachdem sie nur spärliche Zweigchen zu den verkümmerten Kiemenblättchen dieses Bogens abgegeben, zur Aortenwurzel. Keine einzige Kiemenarterie sendet auch nur das feinste Zweigchen zur Wand der das Kiemengerüst umschliessenden Höhle, oder zu den zwei erwähnten Knochenblättern. Leicht gelingende Injectionen des *Bulbus cordis* verbürgen dies.

Das plattenförmig breit gewordene obere Segment des ersten Kiemenbogens trägt überdies bei allen *Ophiocephali* eine Reihe von Kiemenblättchen, als unmittelbare Fortsetzung der Kiemenblättchenreihe des mittleren Segmentes dieses Bogens[5]).

---

[1]) Cuvier und Valenciennes, Hist. nat. des poissons. Tom. VII, pag. 393, und Kner's Berichtigung hierzu: Über den Flossenbau der Fische, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie, 1861, Jänner, pag. 137.

[2]) Tab. II, Fig. 3. — [3]) Op. cit. pag. 400.

[4]) Über das Labyrinth und die Aortenbogen von *Ophiocephalus*, in den Sitzungsberichten der kais. Akademie, 1853, Febr.

[5]) Dieses kommt übrigens auch bei einigen echten Labyrinthfischen vor, wie *Helostoma* und *Ctenopoma*, bei welchen Gattungen das Labyrinth noch durch eine schalenförmig gehöhlte accessorische Platte vergrössert wird, welche am vorderen Rande der

Die vom Schläfebein ausgehende Platte erhält keine Zweige von der Kiemenarterie, wohl aber ernährende Arterien aus der Kopfschlagader, und sendet Venen in die *Jugularis* zurück. Die Schlagadern stammen aus der *Arteria hyoideo-opercularis;* — die Venen begeben sich direct in den Stamm der *Jugularis* am grossen Keilbeinflügel (*Alisphenoid*, Owen).

Die Breite dieser beiden Platten ist etwas sehr unwesentliches. Wie wenig sie berechtigt, an ein unvollständig entwickeltes Labyrinth zu denken, beweist *Ophiocephalus lucius.* Diese Art besitzt keine vom Schläfebein ausgehende Knochenplatte, und jene, welche durch das obere Segment des ersten Kiemenbogens gebildet wird, ist bei jungen, so wie bei sehr alten Exemplaren[1]) nur als eine sehr unbedeutende Verbreiterung des unteren Endes dieses Segmentes angedeutet, während das Segment selbst in seiner ganzen Länge die spangenförmige Gestalt, die tiefe Furchung seines äusseren Randes, die Kiemenblättchen über dieser Furche aufsitzend und sie zu einem Canale schliessend[2]), selbst den Besatz mit gezahnten Tuberkeln (wie sie am concaven Rande aller vier Kiemenbogen vorkommen) aufrecht hält. Das mamelonirte oder gelappte Ansehen der die Kiemenhöhle auskleidenden Schleimhaut fehlt gleichfalls vollkommen, die Kiemenhöhle gleicht durchaus jener eines beliebigen anderen Fisches, und die *Ophiocephali* sind, alles Gesagte zusammen genommen, eben so wenig Labyrinthfische, wie die Hechte. Was bei den Labyrinthfischen ein zu einem Zellencomplex umgestaltetes oberes Segment des ersten Kiemenbogens ist, ist bei *Ophiocephalus* eine Fortsetzung der regulären ersten Kieme.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1. Skelet von *Polyacanthus Haselti* in natürlicher Grösse.
a bis *a* die fünf oberen Dornfortsatzrippen.

„ 2. Der dritte Wirbel mit seinem Flossenträger und Flossenstrahl, seinen unteren und oberen Rippen, *en face* gesehen.

„ 3. Kiemen-Zungenbeingerüst mit dem Labyrinth.

TAFEL II.

Fig. 1. Kiemen-Zungenbeingerüst eines sehr grossen *Osphromenus olfax*, in natürlicher Grösse.
a. Vielblätteriges Labyrinth.

„ 2. Zum Vergleich das um $1/3$ vergrösserte einfache, nur aus zwei einander umschlingenden Blättern bestehende Labyrinth eines 3 Zoll langen Exemplars derselben Art.

„ 3. Kiemen-Zungenbeingerüst von *Ophiocephalus micropeltes*, in natürlicher Grösse.
a. Die breite, rinnenförmige, nach aussen concave Knochenplatte des oberen Segments des ersten Kiemenbogens, mit ihrer oberen, stabförmigen Verlängerung *(Stylet).*

„ 4. Zum Vergleich das Kiemen-Zungenbeingerüst von *Ophiocephalus lucius.*
aa. Das spangenförmige obere Segment des ersten Kiemenbogens, mit der an seiner Basis vorkommenden Andeutung zur plattenförmigen Verbreiterung.

Basis des dritten Segmentes des ersten Kiemenbogens aufsitzt, dicht über dem Gelenke dieses Segments mit dem zweiten. Diese schalenförmige Platte wäre allein im Stande ein kleines Quantum Wasser zurückzuhalten, wenn das Thier aus seinem Elemente geht, da sie ein Reservoir bildet, nicht unähnlich jenen Wandgefässen, in welchem Katholiken geweihtes Wasser zu halten pflegen.

[1]) Ich habe ein Exemplar von 6 Zoll Länge mit einem von 15 Zoll Länge verglichen.

[2]) Tab. II, Fig. 4, lit. *a.* Die *Arteriae* und *Venae branchiales* verlaufen in diesem Canal.

Fig. 1.

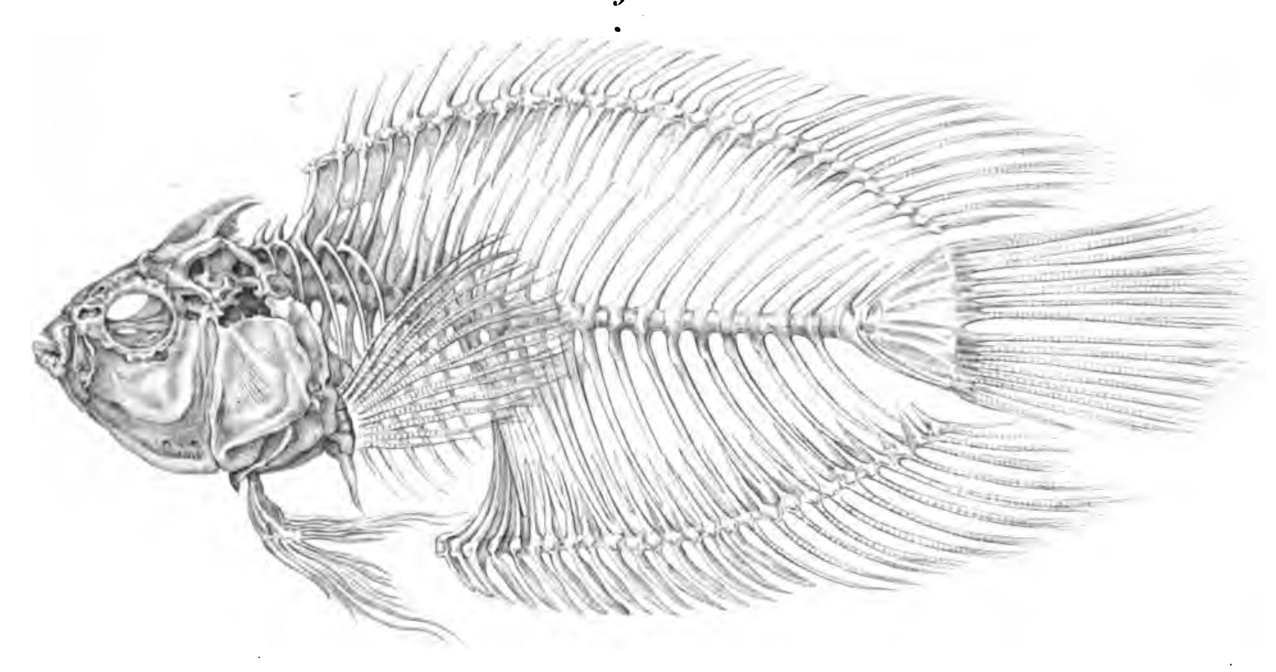


Fig. 3.

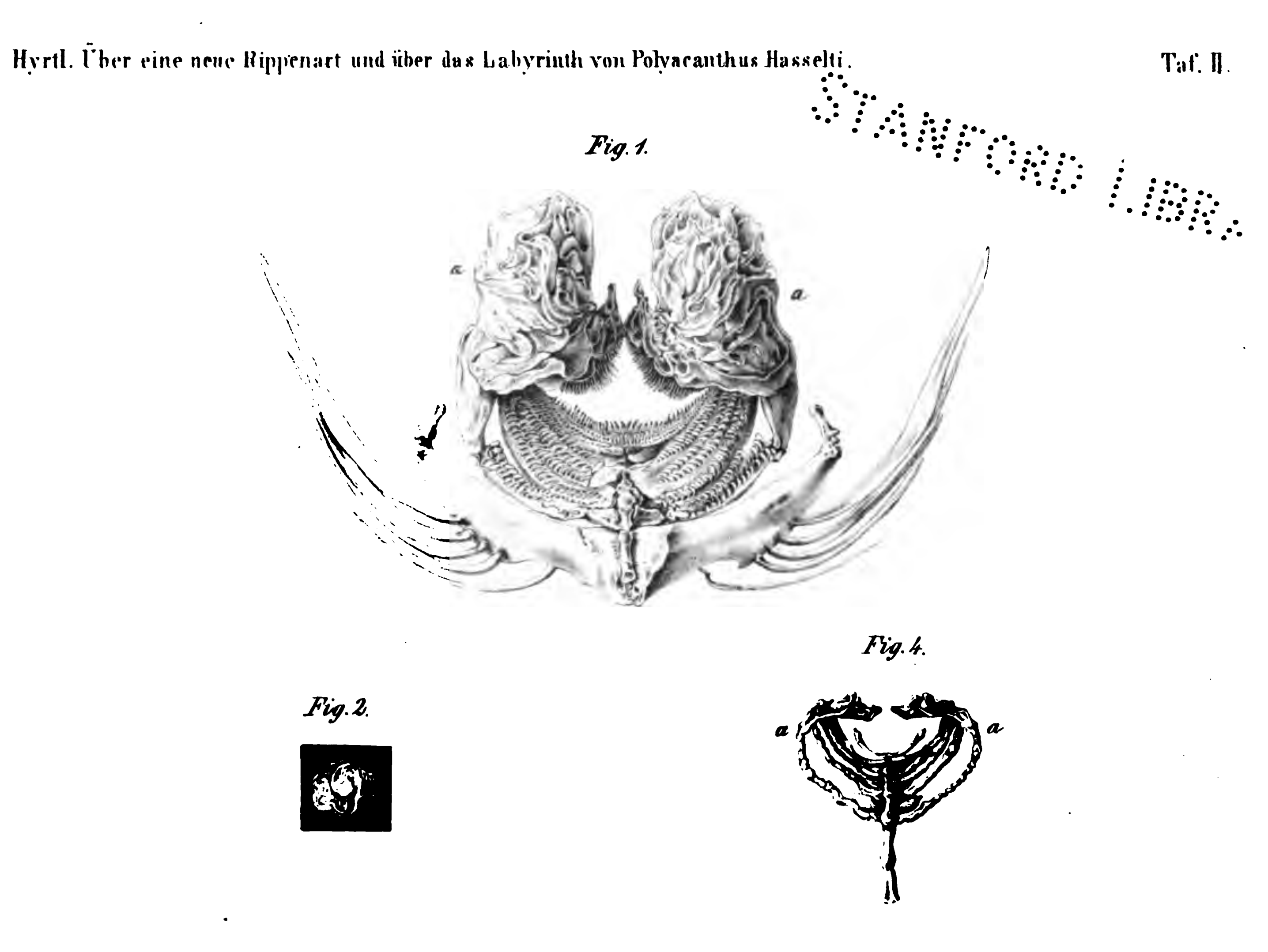


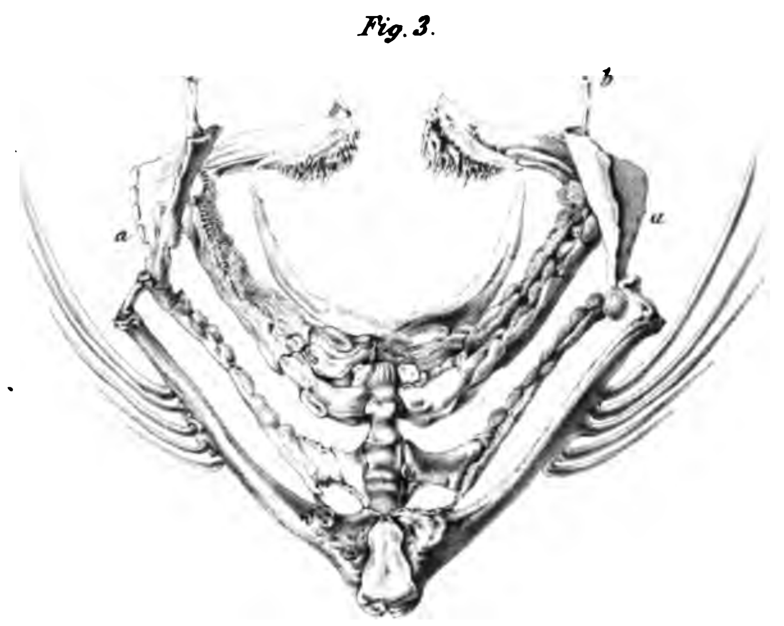
Fig. 2.



Polyacanthus Hasselti.

Lith. u. gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.





Polyacanthus Hasselti.

Lith. u. gedr. i. d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

NEUE BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DER FOSSILEN FISCHE ÖSTERREICHS.

VON

Dr. RUDOLF KNER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

FRANZ STEINDACHNER,

ASSISTENTEN AM KAIS. HOF-NATURALIENCABINETE.

MIT 7 TAFELN.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 14. JUNI 1860.

Zur Familie der Clupeoiden.

Heckel führte in seinem Berichte „Über die von Herrn Cavaliere de Zigno erhaltene Sammlung fossiler Fische" (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, XI. Bd., 1853, Juniheft) drei Arten der Gattung *Albula* (*Alb. Zignii*, *lata* und *brevis*) und eine Art als *Megalops (forcipatus)* auf und gab in Kürze die Gründe an, die ihn zu diesen Bestimmungen bewogen. Wir unterzogen die also bezeichneten Originalstücke, die das kais. Hof-Mineraliencabinet aufbewahrt, einer sorgfältigen Prüfung, gelangten aber zu Resultaten, die wesentlich von denen Heckel's abweichen.

Indem wir unsere Aufmerksamkeit zunächst den als *Albula* bezeichneten Arten zuwendeten, suchten wir vor allem das von Heckel eigens erwähnte Schädelstück auf, an welchem er die Zähne wahrzunehmen glaubte, die bei dieser Gattung in so charakteristischer Form und Weise die Flügelbeine, das vordere Keilbein und das *os linguale* besetzt halten. Trotz der genauesten Untersuchung konnten wir uns aber nicht vom Vorhandensein solcher Zähne überzeugen und es scheint dass Heckel kleine rundliche Erhabenheiten des Gesteines selbst, die sich aber nur an einer Platte und zwar nicht blos im Bereiche des Kopfes,

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis**, nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis**, nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $1/3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $2/3$, der kürzeste aber kaum $1/4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

sondern auch weit davon entfernt, neben dem hintern Ende der Wirbelsäule vorfinden, als Zähne gedeutet habe.

Wenn man jedoch die Bezahnung der Flügelknochen und des Keilbeines bei lebenden *Albula*-Arten ansieht, so wird wohl unwillkürlich die Vermuthung rege, dass bei einem fossilen Fische dieser Gattung gerade die genannten Partien des Kopfes besonders zur Conservirung sich eignen dürften und die Bezahnung wenigstens nicht zweifelhaft bliebe. — Dieser Umstand, dass wir uns nicht mit Sicherheit von der Gegenwart der Flügel- und Keilbeinzähne überzeugen konnten, erregte zuerst unser Bedenken gegen die Richtigkeit von Heckel's Bestimmung der Gattung und wir verglichen demzufolge alle mit *Albula* verwandten Genera, welchen ebenfalls das so bezeichnende Merkmal der stufenförmigen Gliederung der Flossenstrahlen zukommt.

Aus dieser Vergleichung ergab sich für uns, dass die fraglichen fossilen Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit der Gattung *Chanos* einzureihen sein dürften. Unsere Ansicht stützt sich auf folgende Gründe:

1. Die Mundspalte erweist sich nach allen vorhandenen Knochenresten als völlig zahnlos, wie bei *Chanos;* weder die rundlichen Zähne am obern und hintern Gaumen, noch die spitzen, in mehrere Reihen gestellten im Zwischen- und Unterkiefer, die doch auf einigen Platten ganz gut erhalten sind, konnten wir mit Sicherheit auffinden.

2. Die Form des Unter- und Zwischenkiefers selbst, insbesondere aber jene des vordern Stückes des Suborbitalringes entspricht ganz den gleichen Theilen bei den *Chanos*-Arten.

3. Die starken ziemlich gut erhaltenen Schuppen zeigen an ihrer freien Oberfläche sehr deutlich sichtbare Längsstreifen und Furchen, die unter sich parallel verlaufen, während das bedeckte Schuppenfeld dieser Streifen gänzlich entbehrt und nur unter der Loupe äusserst feine concentrische Zuwachsringe erkennen lässt. Bei *Albula* ist, wie Heckel ganz richtig angibt, der Rand der Schuppen, an welchen sie festsitzen, nicht nur durch tiefe Einschnitte in Lappen getheilt, sondern es verlaufen auch in der Richtung dieser Einschnitte eben so viele Radien gegen das Schuppencentrum. Beide Merkmale fehlen aber an allen vollständig erhaltenen Schuppen der hier in Frage stehenden Exemplare, und nur beschädigte und eingerissene Schuppen, wie sich deren auf einigen Platten vorfinden, gewähren den Anblick, als ob das festsitzende Ende lappige Einschnitte hätte. Hingegen kommen aber sämmtliche Eigenthümlichkeiten, welche die Schuppen von *Chanos*-Arten zeigen, auch denen unserer fraglichen Fische zu. Das bedeckte Schuppenfeld ist bei *Chanos* mit feinen concentrischen Ringen geziert das freie aber mit parallelen, groben Längsstreifen; der Rand des festsitzenden Endes ist gerade oder nur leicht einfach wellenförmig gebogen und es fehlen daselbst die gegen das Centrum verlaufenden Radien. Von alldem findet bei *Albula*-Schuppen das Gegentheil statt, denn das bedeckte und am Rande gelappte Schuppenfeld ist beiderseits mit feinen Längsstreifen versehen, das freie dagegen mit concentrischen Ringen. Überdies sind bei *Chanos* die dem Rücken zunächst liegenden Schuppen etwas grösser, als die übrigen, gestreckten und am freien Rande etwas verschmälert, während die seitlich gelegenen Schuppen, namentlich die der Seitenlinie selbst eine mehr rundliche Gestalt besitzen. Das Gleiche ist auch bei unseren fossilen Fischen der Fall.

4. Übereinstimmend mit *Chanos* erweist sich ferner auch die Bildung der Schwanzflosse und auf mehreren Platten bemerkt man sogar noch die ziemlich gut erhaltenen

Caudallamellen (zwei jederseits) und die Schuppenanhänge an der Rücken- und Brustflosse.

5. Endlich vermissen wir gänzlich an unseren Fischen die bei *Albula* vorkommenden grossen, schuppenähnlichen Stücke des Suborbitalringes, die bezüglich ihrer Streifung den Schuppen von *Chanos* gleichen.

Dies die Gründe, die uns bestimmten, von Heckel's Ansicht abzuweichen.

1. Art: **Chanos brevis,** nob.

Syn. *Albula brevis* Heck.

Taf. I.

Von dieser schönen Art besitzt das kaiserliche Hof-Mineraliencabinet aus der Sammlung des Herrn Cavaliere de Zigno zwei gut erhaltene Exemplare, welche sich gegenseitig ergänzen und dadurch ein ziemlich vollständiges Bild derselben zu geben ermöglichen.

Diese Art zeichnet sich vor allen durch die bedeutende Leibeshöhe aus, welche zwischen der Dorsale und den Bauchflossen beinahe $^1/_3$ der Totallänge beträgt. Der Kopf ist $4^1/_4$mal, der obere Caudallappen 3mal in der Gesammtlänge enthalten. Die Höhe des zugespitzten Kopfes steht seiner Länge nur wenig nach und die Entfernung des obern Endes der *Suprascapula* von der Basis der Brustflosse kommt der Kopflänge völlig gleich. — Fast alle nach aussen gelegenen Kopfknochen, so wie auch das zahnlose Keilbein sind ziemlich gut erhalten und eben so sämmtliche Knochen des Schultergürtels. Die Wirbelsäule zeichnet sich durch schlanke Körper aus und dessgleichen sind die Dornfortsätze und die langen Rippen im Vergleiche zu den folgenden Arten dünn. Im Ganzen sind 26 Wirbeln theils durch ihre Körper, theils durch die Dornfortsätze zu erkennen. Die Bauchwirbel sind höher als lang, während die caudalen das entgegengesetzte Verhältniss zeigen. Die Dornfortsätze der Bauchwirbeln sind stärker gekrümmt als an den Schwanzwirbeln; die langen, schwach gebogenen Rippen sind von zahlreichen Muskelgräthen umgeben.

Die Rückenflosse enthält 13 oder 14 Strahlen, von denen nur die ersteren nicht in ihrer ganzen Länge erhalten sind, der Rand der Flosse ist elliptisch ausgeschnitten. Die langen Brustflossen bestehen ebenfalls aus 13—14 Strahlen, deren längster nahezu $^2/_3$, der kürzeste aber kaum $^1/_4$ der Kopflänge erreicht. Die Bauchflossen, die noch in Verbindung mit den Beckenknochen sind, enthalten 12 Strahlen, von denen die längsten beiläufig 2mal in der Kopflänge begriffen sind, der 1. Ventralstrahl liegt senkrecht unterhalb des 4.—5. Strahles der Rückenflosse. Die weit rückwärts befindliche Afterflosse wird von 8—9 kurzen Strahlen gestützt. Die Caudale besteht aus 32 Strahlen mit Einrechnung von 7 Pseudo- oder Randstrahlen oben und 6 im untern Lappen. Das Verhältniss der Länge des Hauptstrahles zu den mittleren ist wie 3 : 1; der Rand der tief gabeligen Flosse bildet einen ziemlich regelmässigen Bogen. Die Gliederung und Verzweigung der Strahlen zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie bei den folgenden Arten und werden bei diesen noch ausführlicher zur Sprache kommen.

Totallänge: 7 Zoll; — Fundort: Chiavon.

2. Art: **Chanos Zignii,** nob.

Syn. *Albula de Zignii* und *Albula lata* Heck.

Taf. II.

Von dieser Art geben wir nur das Schwanzende sammt Flosse in natürlicher Grösse abgebildet, da Kopf und Vorderrumpf stark verdrückt und die einzelnen Knochen meist nur in Fragmenten vorhanden sind. Sie schliesst sich überdies durch die ziemlich gestreckte Totalgestalt zunächst den lebenden *Chanos*-Arten an. So weit sich mit Hinblick auf die Verdrückung und Verschiebung der einzelnen Theile bemessen lässt, betrug die Körperhöhe den 4. Theil der Länge des ganzen Fisches, die Länge des Kopfes war $4^1/_5$mal, die der Schwanzflosse etwas über 3mal in der Totallänge enthalten, die Höhe des Körpers $3^1/_2$mal in seiner Länge (ohne Schwanzflosse). — Fast alle Kopfknochen sind durch mehr oder minder grosse Fragmente, die sich von ihnen erhielten, erkennbar, wir bemerken aber vorläufig blos, dass sie sämmtlich mit den gleichnamigen von lebenden *Chanos* übereinstimmen, da wir bei der folgenden Art, wo sie sich ungleich besser erhalten haben, ausführlicher auf sie zu sprechen kommen werden. Die Knochen des Schultergürtels fehlen ganz; die Brustflossen sind stark beschädigt, von ihren Strahlen 11—12 theilweise vorhanden; die beiden ersten derselben erscheinen ziemlich breit und plattgedrückt und erreichen mehr als $^1/_3$ der Kopflänge. Von der Wirbelsäule sind ebenfalls nur einzelne Partien erkennbar. Die Wirbelkörper sind nahezu gleich hoch und lang, wie mehrere Durchschnitte derselben zeigen, die zu Anfang des letzten Drittels der Körperlänge liegen. Die Dornfortsätze der letztern Schwanzwirbel sind kräftig gestaltet, gerade, nach hinten stark übereinander geneigt, dienen den Pseudo- oder Randstrahlen der Caudale zur Stütze und werden zu diesem Behufe gegen ihr Ende etwas breiter. — Die Rücken und Bauchflossen sind bei keinem Exemplare gut erhalten und es lässt sich von ersterer nur angeben, dass sie schief abgestutzt war, aus wenigen kurzen Strahlen bestand, und dass senkrecht unter dem Ende ihrer Basis die Bauchflossen eingelenkt waren, von denen 4 Strahlen theilweise vorhanden sind. Von der Anale haben sich 9 Strahlen deutlich und in natürlicher Lage erhalten; unmittelbar über ihr liegt an dem hier abgebildeten Exemplare eine Partie von 5 Wirbelkörpern, die ohne Zweifel von oben herabrutschten, denn es fehlt gerade vor den letzten Caudalwirbeln eine solche Partie, wie der vertiefte Raum daselbst zeigt. Am besten hat sich die Schwanzflosse erhalten. Mit Ausnahme der 3—4 ersten Randstrahlen, die in cylindrische Stücke zerfallen sind, zeigen alle übrigen, echten Flossenstrahlen an ihrem Basaltheile stufenförmig abgesetzte Glieder, die an den Ansatzstellen hie und da Spuren von Zähnelung wahrnehmen lassen, namentlich ist diese bei den mittleren Strahlen ganz deutlich. In ihrer hintern oder obern Hälfte sind sämmtliche Caudalstrahlen in rhombenförmige Glieder abgesetzt, die einen mehr oder minder scharf gezähnelten Ansatzrand besitzen. Mit Ausnahme der Haupt- oder Endstrahlen sind alle übrigen mehrfach dichotomisch getheilt, und bei den mittleren und kürzesten Strahlen erstreckt sich die Bifurcation bis gegen die Basis derselben.

Heckel unterschied (l. c.) von *Albula de Zignii* noch als dritte Art: *Alb. lata.* Diese Species gründet sich aber nur auf sehr unvollständige Abdrücke, die auf eine von *Alb. de Zignii* etwas abweichende Totalgestalt hinzudeuten scheinen. Doch gibt eben die genaue Betrachtung

der Umrisse keinen hinreichenden Anhaltspunkt zur Aufstellung einer eigenen Species, da sich zweifellos herausstellt, dass eine starke Verdrückung stattfand, und namentlich dadurch der Rumpf höher und die Gestalt gedrungener, kürzer erscheint, indem die Schuppen der Bauchgegend weit über das natürliche Profil hinausgepresst wurden und dem zufolge sogar tiefer als die Bauchflossen zu liegen kommen. Sieht man hingegen von dieser Quetschung ab, so stellt sich das gleiche Verhältniss der Körperhöhe zwischen der Dorsale und den Ventralen zur Körperlänge heraus, wie bei *Alb. de Zignii.* Da ausserdem der übrige Erhaltungszustand sehr mangelhaft ist und die meisten Knochen und Flossenstrahlen theils fehlen, theils ganz verworren durcheinander liegen, so glauben wir um so weniger an dieser Art festhalten zu sollen.

Totallänge des grössten Exemplares 14 Zoll. — Fundort: Chiavon.

3. Art: **Chanos forcipatus**, nob.

Syn. *Megalops forcipatus* Heck.

Taf. III.

Indem Heckel den Kopfknochen des hier abgebildeten und ausführlich zu beschreibenden Clupeoiden zu wenig Aufmerksamkeit schenkte, kam er in seinem mehrfach citirten Berichte zur Ansicht, dass er der Gattung *Megalops* entspreche, da er in Grösse und Form der Schwanzflossenstrahlen, deren Glieder stufenförmig abgesetzt und an den Ansatzstellen fein gesägt erscheinen, mit jenem übereinstimmt. Obgleich diese erwähnten Eigenschaften zur Gattungsbestimmung von unläugbarem Werthe sind, so reichen sie doch allein nicht aus, da sie, wie schon Heckel bemerkte, mehreren Gattungen dieser Familie gemeinsam sind. Heckel gibt aber an, dass die scharfe Zähnelung und stufenförmige Gliederung der Flossenstrahlen in der Caudale blos den drei Gattungen: *Megalops*, *Chirocentrus* und *Thrissops* eigenthümlich seien, scheint sie aber an *Chanos* nicht bemerkt zu haben (woselbst sie, so wie auch bei *Elops* und *Harengula* sich gleichfalls vorfinden), und so blieb ihm bei Nichtberücksichtigung der Kopfknochen wohl keine andere Wahl, als den fraglichen fossilen Fisch für einen *Megalops* zu halten, obwohl auch schon die Stellung der Bauchflossen hinter der Dorsale und die kurze Basis der Afterflosse dieser Ansicht eben nicht günstig waren.

Die beiden zuletzt erwähnten Merkmale bieten hingegen nicht minder als die kleine, zahnlose Mundspalte, die schmächtigen Oberkiefer, die eigenthümliche Gestalt des Unterkiefers und die Breite der Stirnbeine brauchbare Anhaltspunkte, um unsern fossilen Fisch von *Megalops* auszuscheiden und ihn der Gattung *Chanos* einzureihen. Leider finden sich Schuppen nur in geringer Zahl und so dürftigem Abdrucke vor, dass es unmöglich ist, sich von ihrer Structur ein deutliches Bild zu verschaffen; doch ist jedenfalls sicher, dass sie in Gestalt und Grösse mit jenen von *Chanos*, nicht aber von *Megalops* übereinstimmen. — Was endlich den letzten Dorsalstrahl anbelangt, so ist dieser wie bei den lebenden *Chanos*-Arten nur unbedeutend länger, als der vorangehende, erreicht also durchaus nicht jene Länge, welche den letzten Dorsalstrahl bei *Megalops* auszeichnet.

Keine der lebenden *Chanos*-Arten, welche bekanntlich theils Meeres-, theils Brack- und Süsswasserbewohner der südöstlichen Erdhälfte sind, vereinigt übrigens (was allerdings hervorzuheben) mit einer so bedeutenden Anzahl von Dorsalstrahlen (mindestens 17) eine so

geringe Zahl von analen (höchstens 9—10). — In der Totalgestalt dem *Chanos brevis* ähnlich, unterscheidet er sich von ihm durch die ungleich stärkere Entwicklung der Schwanzflosse und die grössere Anzahl von Dorsalstrahlen.

Beschreibung.

Die Höhe des Kopfes gleicht nicht ganz seiner Länge, welche den 4. Theil der Gesammtlänge ausmacht; die grösste Leibeshöhe bleibt etwa um $^1/_8$ hinter der Kopflänge zurück. — Die Kopfknochen liegen in sehr verschobener Stellung neben einander, wodurch es aber gerade möglich wurde, dass die Stirnbeine, Oberkiefer und der hinterste Suborbitalknochen der linken Seite zur Ansicht gelangen konnten, hingegen die Lage und Grösse der Augen unsicher blieb. — Der rechte Oberkiefer ist fast vollständig erhalten, von geringer Grösse, S-förmig gekrümmt und an der Aussenfläche stark gewölbt. Vor ihm und etwas nach oben gerückt liegt der linke Oberkiefer, mit der Innenseite nach aussen gewendet. Das vor letzterem sichtbare 4eckige Knochenfragment mit sanft eingebogenen Seitenrändern gehört dem Zwischenkiefer an. Der Unterkiefer ist in seiner vordern Hälfte in mehrere Stücke zerfallen, mit der hintern und grössern aber noch gut erhalten und an ihm die Eigenthümlichkeit des Unterkiefers von *Chanos* deutlich zu erkennen. Er breitet sich nämlich an seinem gelenktragenden Theile in scharfem Bogen nach oben aus und endet mit einen kurzen dicken Gelenkhöcker, während die ganze vordere Hälfte die Form eines dünnen Stäbchens zeigt, das an der Symphyse in eine stumpfe Spitze ausläuft. Hinter dem Unterkiefer legt sich an dessen Stiel das zackige Quadratbein an, dessen hinterer und unterer Rand gleich lang sind, während der vordere kürzer ist. Der hinter dem rechten Oberkiefer befindliche Knochen stellt das vordere starke Stück des Suborbitalringes vor; es mahnt in seiner Form etwas an den Oberkiefer, ist aber plattgedrückt und nicht gleich jenem gewölbt. Von den übrigen Suborbitalknochen ist das hintere Stück seiner bedeutenden Ausdehnung wegen auffallend, jenes der linken Seite liegt hier unterhalb der hintern Hälfte des Unterkiefers und zeigt nahezu Halbmondform mit nach abwärts gerichteter Concavität. Von dem Unterkiefer sieht man einen langen dünnen Knochen, welcher wahrscheinlich dem *os azygum* der Kehlhaut entspricht.

Von Wichtigkeit für die Bestimmung der Gattung ist die Gestalt der Stirnbeine, welche bis auf ein kleines Stück vollständig erhalten sind. Ihre grösste Breite, die mit ihrer halben Länge zusammentrifft, beträgt beiläufig 6 Linien, ihre ganze Länge folglich mit Hinzurechnung des fehlenden Stückes nahezu $1^1/_2$ Zoll. Die Aussenfläche der Stirnbeine erscheint durch zwei sich kreuzende Leisten in 4 Felder von ungleicher Grösse getheilt, von denen die beiden vordern länger und breiter sind. Wenn gleich der Umriss des Auges nicht deutlich ist, so kann selbes doch dem Stirnprofile nicht so nahe gestanden haben, und sein Durchmesser so gross gewesen sein, als bei den *Megalops*-Arten dies der Fall ist. — An das ziemlich gut erhaltene *Os mastoideum* und das nur in Fragmente vorhandene *Occipitale externum* lehnen sich die beiden langen Zinken der *Suprascapula* an, deren Körper im Verhältniss zur Länge der Zinken nur klein ist und hier in seinem Bruchstücke einer dicken Schuppe ähnelt. Der Vordeckel ist lang oder vielmehr hoch, aber ziemlich schmal; der Deckel von bedeutender Grösse, seine Länge übertrifft nämlich $^3/_5$ der Kopfhöhe und seine Breite ist $2^1/_2$mal in derselben enthalten. Der grosse Unter- und der Zwischendeckel scheinen aus ihrer natürlichen Lage etwas nach abwärts gedrückt zu sein. Vom Schultergürtel haben sich noch die Schlüsselbeine in grösseren, erkennbaren Fragmenten erhalten.

Die Wirbelsäule setzten beiläufig 35 Wirbeln zusammen, unter denen 14—15 dem Schwanztheile angehört haben mögen. Den ersten Bauchwirbel gewahrt man hier zunächst dem obern Rande des Kiemendeckels, der daselbst in dem Hohlkegel des umgestürzten Wirbels hineingedrückt wurde. Nur die letzten Caudalwirbel sind noch vollständig erhalten und zeigen an der Oberfläche 4 Längsleisten; sie sind etwas länger als die Bauchwirbel, aber bedeutend niederer, da bei letzteren Länge und Höhe einander gleichen. — Die Dornfortsätze sind im Vergleiche zu den Wirbelkörpern dünn aber lang, die längsten der obern und vorderen erreichen 4, die der hinteren oder letzten kaum $2^1/_2$ Wirbellängen. Sie sind schwach nach rückwärts gebogen und nur die letzten an den Schwanzwirbeln bleiben gerade, stehen aber sehr schief auf der Längsaxe des Fisches. — Die Rippen liegen sämmtlich in geringer Entfernung unterhalb der Wirbel, sind mässig gekrümmt und in der Zahl von 8—9 Paaren vorhanden; die vordere und längste misst 8, die letzte und kürzeste 7 Wirbellängen. Zahlreiche lange aber zarte Muskelgräthen finden sich über und unter der Wirbelsäule zerstreut vor, und überdies noch im Raume zwischen dem Hinterhaupte und der Dorsale verknöcherte Sehnenbündel, welche einiger Massen verzweigten Flossenstrahlen ähneln, jedoch schon durch ihre unregelmässige Theilung und den Mangel an Gliederung von solchen leicht sich unterscheiden, selbst wenn sie zufällig zwischen echte Flossenstrahlen eingemengt sind.

Von den beiden Brustflossen liegen Strahlen hinter dem *Suboperculum* und zum Theile auf den Schlüsselbeinen in zerstreuten Bruchstücken umher; ihre Anzahl war jedenfalls wie bei allen *Chanos* nicht gering; doch lässt sie sich, so wie die Länge der Strahlen nicht genau ermitteln. — Die Dorsale beginnt senkrecht über dem 24. Wirbel (vom Schwanzende an gerechnet) und enthält mindestens 17 Strahlen. Die 5 ersten Strahlen nehmen an Länge zu; der 4. noch ungetheilte aber gegliederte misst 7—8, der 5. bereits gabelig getheilte mehr als 9 Bauchwirbellängen; der 6. bis 8. Strahl nehmen hierauf rasch an Länge ab, die folgenden aber nur allmählich, und blos die 2 letzten sind wieder etwas länger, so dass der drittletzte Strahl nur die Länge von $1^1/_2$, der letzte aber von 2 Bauchwirbeln erreicht. — Die kräftig entwickelten Bauchflossen sind noch mit den starken Beckenknochen in Verbindung; ihr erster Strahl steht senkrecht unter dem letzten der Dorsale. Die übrigen Strahlen sind dicht an einander gedrängt und decken sich theilweise, so dass ihre Zahl nicht genau anzugeben ist, um so weniger als jeder bis nahe an seine Basis gabelig getheilt ist, allem Anscheine nach waren aber deren mehr als 7 vorhanden. Der 2. Strahl misst 6 Wirbellängen, ist bedeutend stark und in rhombische Glieder abgesetzt, deren Ränder fein gezähnelt sind. Die folgenden Strahlen sind, so wie die meisten in der Dorsale wenigstens doppelt oder mehrfach dichotomisch gespalten und gegliedert. — Die Afterflosse beginnt senkrecht unter dem 11. Wirbel (ebenfalls von rückwärts gezählt), ist mässig entwickelt und ihre Strahlenzahl gering, sie dürfte kaum mehr als 9 betragen haben. — Die Flossenträger der Dorsale nehmen nach hinten rasch an Länge ab, so dass der 2. noch $3^1/_2$, der letzte nur $1^1/_2$ Wirbellängen misst. Der 1. und die beiden letzten sind am stärksten geneigt, der erste leider nicht völlig erhaltene, ist zugleich der breiteste, denn seine Breite kommt jener der beiden folgenden zusammengenommen gleich. Die Flossenträger der Anale, von denen je 2—3 zwischen zwei untere Bogenschenkel gestellt sind, zeigen sämmtlich eine starke Neigung nach vorne; die ersteren erreichen über zwei, die letzten kaum $^3/_4$ Wirbellängen.

Die Schwanzflosse ist in einer Weise mächtig entwickelt, wie dies bei keinem lebenden *Megalops*, wohl aber bei *Chanos*-Arten in gleichem Grade vorkommt. Die Flosse ist aber

derart nach vorne verschoben, dass sie das Ende der Wirbelsäule überdeckt und ihre Verbindung mit dem letzten Wirbel nicht mehr genau erkennen lässt. Die Stärke und Länge der Strahlen liesse an sich vermuthen, dass diese Verbindung eine kräftige sein musste und zwei starke Knochenplatten, in welche der letzte Wirbel sich nach hinten ausbreitet, geben nebst den verdickten Dornfortsätzen der 3 vorangehenden Wirbel (welche aber durch die Verschiebung der Flosse hinter die Basis der Strahlen zu liegen kamen) in der That Zeugniss von dieser kräftigen Verbindung. — Der Hauptstrahl der Caudale misst mehr als 18 Wirbellängen, die mittleren und vielfach verzweigten Strahlen erreichen nur die Länge von 4 Schwanzwirbeln. An jeden Lappen lehnen sich nach vorne 8—10 Pseudo- oder Randstrahlen an, die in cylindrische Glieder abgesetzt sind, mit Ausnahme der beiden den Hauptstrahlen zunächst stehenden, welche gleich diesen stufenförmig gegliedert sind. Bei den weiter gegen die Mitte gelegenen Strahlen nehmen die einzelnen Glieder allmählich Rhombenform an, und sind an den Ansatzstellen scharf gezähnelt.

Totallänge des Exemplares: 14 Zoll. — Fundort: Monte Postale.

Zur Familie der Scomberoiden.

Vomeropsis elongatus Heck.

Taf. IV. (In natürlicher Grösse.)

In der *Ittiologia veronese* ist auf Taf. 35, Fig. 3 ein Scomberoid als *Zeus Vomer* und auf Taf. 44, Fig. 2, derselbe als *Zeus truncus* aufgeführt, welchen Agassiz später der Gattung *Vomer* einverleibte und mit der Artbenennung *V. longispinis* bezeichnete. Heckel erkannte zuerst mit richtigem Blicke, dass derselbe nicht füglich der Gattung *Vomer* eingereiht werden könne, vielmehr als der Vertreter eines erloschenen Scomberoiden-Genus anzusehen sei, für welches er den Namen *Vomeropsis* wählte und dem er als zweite Species seinen *Vomerops. elongatus* (l. c.) zuzählte. — Gleichwohl findet aber Heckel zwischen *Vomer longispinis* Ag. und dem lebenden *Vomer Brownii* C. V. sehr grosse Ähnlichkeit und meint, ersterer lasse sicherlich in keine der bereits bestehenden Gattungen mit grösserem Rechte als eben in diese *(Vomer)* sich einreihen. Wir vermögen uns aber nicht einmal diesem Ausspruche anzuschliessen, da wir zwischen der Gattung *Vomer* und *Vomeropsis* keine Merkmale von grosser Bedeutung auffinden können und wir glauben vielmehr, dass selbst Heckel's Namenswahl keine glückliche zu nennen sein dürfte, da sich aus dem Nachfolgenden herausstellen wird, dass die Gattung *Vomeropsis* mit den lebenden Vomeriden überhaupt durchaus nicht in sehr naher Verwandtschaft steht, und namentlich nicht mit *Vomer*, einer Gattung, welche derzeit nur einen Vertreter in Amerika aufzuweisen hat. Schon Heckel macht mit Recht auf diesen Umstand aufmerksam und bemerkt: „dass es sehr bedenklich erscheinen würde, wenn auch nur ausnahmsweise eine die amerikanische Fauna charakterisirende Gattung unter den unläugbar der ostindischen angehörigen fossilen Fischen des Monte Bolca aufführen zu wollen.“

Versuchen wir zuerst den Charakter der Gattung *Vomeropsis* Heck. festzustellen, so glauben wir folgende Merkmale in denselben aufnehmen zu sollen: Totalgestalt elliptisch (Caranx-ähnlich), Kopf liegend, ziemlich gestreckt, das längliche Auge

weit zurückstehend, eine lange Rücken- und Afterflosse, längs ihrer ganzen Basis einander gegenständig, keine fadig verlängerten Flossenstrahlen. Schwanzflosse abgestutzt.

Die Gründe, welche uns bestimmen, die Verwandtschaft zwischen *Vomeropsis* und den lebenden Vomeriden als keine innige zu bezeichnen, sind folgende:

Bei *Vomer* und den Vomeriden überhaupt wird durch die fast senkrechte Stellung der Kopfknochen das steile Ansteigen und die Höhe des Kopfes bedingt; bei *Vomeropsis* hingegen nähert sich derselbe mehr der horizontalen Lage und diese rührt hauptsächlich von der bedeutenden Entwicklung des Zungenbeinkieles (die bei Vomeriden nur gering ist) und des Schultergürtels her, dessen unteres Ende nach vorne bis zur halben Kopflänge reicht. — Stirnbeine und Hinterhauptschuppe zeigen bei *Vomeropsis* eine viel geringere Höhe als bei den Vomeriden, bilden jedoch wie bei diesen (u. v. a. Fischen) eine erhabene *Crista.* — Die elliptisch verlängerte Augenhöhle liegt bei *Vomeropsis* weit nach rückwärts, während bei Vomeriden hievon das Gegentheil stattfindet; bei *Vomer* namentlich liegt das kreisrund begränzte Auge in halber Kopfhöhe, bei *Vomeropsis* aber im obern Drittel derselben. — Ferner besitzt unsere fossile Gattung nur 1 Rückenflosse, während bei *Vomer* und *Argyreiosus* deutlich 2 vorhanden sind, bei *Blepharis*, *Scyris* und *Gallichthys* aber nur einzelne niedere Stacheln in grösserer oder geringerer Anzahl vor der langen, weichstrahligen Dorsale stehen. — Auch die Schwanzflosse weicht in ihrer Gestalt von jener sämmtlicher Vomeriden, ja selbst der meisten echten Scomberoiden ab, da sie bei diesen gewöhnlich gabelig getheilt und nur bei *Zeus* und *Capros* in ähnlicher Weise abgestutzt ist. Mit *Zeus* zeigt überhaupt unsere Gattung ausserdem noch Ähnlichkeit, so in Gestalt, Stellung und Grösse der Augen, wie auch bezüglich der Brustflossen und die Bezeichnung der zuerst bekannt gewordenen Art als *Zeus vomer* beurkundet, dass dem Verfasser der *Ittiologia veronese* diese verwandtschaftlichen Beziehungen keineswegs entgingen; nur schlug er ihren Werth zu hoch an, und legte dagegen auf andere Merkmale, durch welche sich *Vomeropsis* wieder weit von *Zeus* entfernt zeigt, wie z. B. in Bildung der Rücken- und Afterflosse u. v. a., viel zu wenig Gewicht.

Was endlich die Beschuppung von *Vomeropsis* anbelangt, so spricht auch diese nicht zu Gunsten einer nahen Verwandtschaft mit den Vomeriden, deren Schuppen kaum mit freiem Auge wahrzunehmen sind (mit Ausnahme der gekielten längs der Seitenlinie am Schwanzstiel), während *Vomeropsis* dicht mit cykloiden Schuppen von ähnlicher Grösse und Structur, wie manche *Caranx*-, *Equula*-Arten u. a. bedeckt war; gekielte Schuppen längs der Seitenlinie scheinen nirgends vorhanden gewesen zu sein.

Von *Vomeropsis longispinis* (*Vomer longisp.* Agas.) unterscheidet sich Heckel's *V. elongatus* vorzüglich durch gestrecktere Totalgestalt und ein mehr wagrechtes Stirnprofil und demgemäss lässt sich der Charakter dieser Art durch folgende Merkmale ausdrücken: Die Höhe des Kopfes zur Länge (bei geschlossenem Munde) wie $1^1/_5 : 1$, und $= {}^{15}/_{16}$ der grössten Körperhöhe $= {}^2/_5$ der Totallänge.

$$D.\,39,\quad A.\,28,\quad V.\,8\,(9?),\quad C.\,\frac{7}{\overline{17}\atop 6}.$$

Beschreibung.

Die Länge des Kopfes von der Symphyse des Unterkiefers bei geschlossenem Munde bis zum hintern Rande des Kiemendeckels ist geringer als die grösste Leibeshöhe, welche

zwischen dem Beginne der Rücken- und Afterflosse sich befindet, und etwas über dreimal in der Totallänge enthalten. Indem jedoch an vorliegendem Exemplare der Mund geöffnet und der Unterkiefer herabgesunken ist, beträgt die Kopflänge mehr als ein Drittel der Gesammtlänge und ist nahezu der Höhe des Kopfes gleich. Die obere Profillinie vom *Os ethmoideum* angefangen bis zu Ende der Dorsalbasis beschreibt einen gleichmässig sanft gekrümmten Bogen, jene des Bauches aber schon von der Symphyse des Unterkiefers an bis zu Ende der Afterflosse einen viel schärferen. (Bei Vomeriden erscheint der Umriss des Körpers beinahe fünfeckig.) Der fast halbmondförmige Unterkiefer ist $2^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten, seine grösste Breite kommt aber nur einem Fünftel seiner Länge gleich; vom hinteren Ende seines Gelenktheiles erstreckt sich ein stielförmiger Fortsatz schief nach vorne in ähnlicher Weise wie bei *Zeus faber*. Der Zwischenkiefer trägt einen langen konischen Stiel, welcher mit ziemlich breiter Basis entspringt, der eigentliche Körper des Zwischenkiefers ist von geringer Breite und nahezu so lang wie der Stiel. Das gleiche Längenverhältniss zeigt auch der ebenfalls schmale Oberkiefer. An keinem der Kieferstücke erhielten sich Zähne. Das Quadratbein ist schwach geneigt, in die Länge gezogen und von Gestalt eines gleichschenkeligen Dreieckes mit nach aufwärts gekehrter Basis. Seitlich vom Zwischenkiefer gewahrt man noch einige Reste der Nasenbeine und unterhalb dieser Fragmente des rechten Gaumenbeines. Das im oberen Drittel der Kopfhöhe angebrachte Auge steht zugleich weit rückwärts und ist im Umrisse elliptisch; die Länge der Augenhöhle beträgt nämlich 6, die Höhe nur $4^1/_2$ Linien. Von den Suborbitalknochen erhielten sich ihrer Zartheit wegen nur geringe Spuren; die noch am besten conservirten gehören einem wagerecht liegenden langen Knochen von mässiger Breite an, welcher sich nach vorne bis an das Gaumenbein erstreckt. Die Deckelstücke sind an der hier abgebildeten Platte minder gut als an der gleichfalls uns vorliegenden Gegenplatte erhalten. Auf dieser erscheint der Vordeckel als ein schmaler, aber langer, bogenförmig gekrümmter Knochen in liegender Stellung; hinter dessen oberer Hälfte liegt das viel kürzere aber breitere, im Ganzen kleine Operculum, unter diesem das Suboperculum; vom Zwischendeckel sind hingegen unterhalb des vorderen Endes des Praeoperculums blos schwache Spuren zu sehen. Die die Kiemenstrahlen tragenden langen Hörner des Zungenbeines sind schmal und man bemerkt an dem der rechten Seite die Reste von 6—7 Kiemenstrahlen in ungleichen Abständen von einander liegend. Die Scheitelbeine und Hinterhauptschuppen erheben sich zwar in eine gut erhaltene Crista, doch steht diese bezüglich ihrer Höhe jener der Vomeriden weit nach.

Der Kiel des Zungenbeines ist dagegen von bedeutender Höhe und steht mit der starken Entwickelung des Schultergürtels in Einklang. Das vordere Schlüsselbein ist stark nach vorwärts gekrümmt und reicht bis zur Mitte der Kopflänge; seine grösste Breite beträgt über 6 Linien, der Abstand der beiden Enden 2 Zoll. Die hinteren Schulterknochen sind schmal, säbelförmig gekrümmt und an dem abgebildeten Exemplare beide sichtbar.

Die Wirbelsäule enthält 24 Wirbel, von denen 10 dem Bauche und 14 dem Schwanze angehören; sie sind theilweise beschädigt und durchschnittlich länger als hoch. Die Dornfortsätze, mit Ausnahme der unteren an den Bauchwirbeln sind durchaus stark, jedoch von verschiedener Länge und Krümmung. Die oberen der 5—6 letzten Abdominalwirbel sind derart stark säbelförmig gekrümmt, dass ihre Convexität nach rückwärts und das breitere freie Ende nach vorne gerichtet ist. Die vorderen obern und untern Dornfortsätze der Caudalwirbel sind gerade und mässig nach hinten geneigt; bei den letzten des Schwanzstieles nimmt

diese Neigung rasch zu. Die Zahl der dünnen und nur schwach gebogenen Rippen ist gering und nicht genau anzugeben, ob deren sieben oder acht Paare vorhanden waren.

Die lange Rückenflosse wird von 38—39 ungetheilten Strahlen gebildet; die drei ersteren sind äusserst kurz; auf sie folgt der längste der ganzen Flosse (er misst die Länge von 6 mittleren Wirbeln) und an ihn reihen sich 5—6 nur allmählich kürzer werdende Strahlen an. Vom 10. angefangen nimmt die Länge der Strahlen rasch ab, so dass der 14.—15. nur noch die Länge eines Wirbels erreichen. Hierauf nimmt die Länge der folgenden Strahlen abermals zu und bleibt sich dann bis zu Ende der Flosse ziemlich gleich. Den Raum vom Hinterhaupte bis zum ersten Dorsalstrahle nehmen zwei grosse blinde Flossenträger ein, auf welche dann die dicht an einander gedrängten ersten wahren Träger folgen, die bedeutend lang nach vorne sanft gebogen sind und sich zwischen die oberen Dornfortsätze tief herab einschieben. Vom 7. Flossenträger angefangen sind alle übrigen mässig lang und reichen zwischen die Dornfortsätze nicht tief hinein; meist kommen zwischen je zwei Dornfortsätzen 2, selten 3 derselben zu liegen [1]).

Die Afterflosse wird von 29 ungetheilten, durchaus niederen Strahlen gebildet, von denen die mittleren und längsten kaum $2^1/_8$ Wirbellängen erreichen. Der für die meisten echten Scomberoiden so bezeichnende blinde Träger, der sich mit dem ersten unteren Dornfortsatze verbindet, ist ausnehmend stark und hoch, seine lange, Pflugschaar-ähnliche Basis erstreckt sich nach vorne bis gegen die Beckenknochen und schliesst wie gewöhnlich die Bauchhöhle ab. An seinen hinteren Rand lehnen sich die fünf ersten Flossenträger der Anale an, welche, so wie auch alle übrigen durchwegs stärker und etwas länger als jene der Rückenflosse sind. Die stark nach rückwärts geneigten Dornfortsätze der vier letzten Schwanzwirbel stützen im Vereine mit den Knochenplatten des letzten Wirbels die gut entwickelte Schwanzflosse, welche, wie es scheint, schwach abgerundet oder gerade abgestutzt, keinesfalls aber gabelig eingeschnitten war, wie sich trotz der Beschädigung mehrerer Strahlenenden entnehmen lässt. Der obere Lappen wurde mindestens durch 7, der untere durch 6 kurze Rand- oder Pseudostrahlen gestützt; die Zahl der gegliederten eigentlichen Flossenstrahlen betrug 17, von denen die mittleren bis nahe zur Basis, und zwar zwei- bis dreifach dichotomisch getheilt waren.

Die Bauchflossen stehen senkrecht unter dem Kiemendeckel und bestehen aus 8—9 Strahlen, die rasch an Länge abnehmen, so dass der erste Strahl 1 Zoll, der innerste aber kaum $2^1/_8$ Linien lang ist. Die Beckenknochen sind lang und schmal und reichen mit einem spitz auslaufenden Stiele bis an die Schlüsselbeine. Von den Brustflossen sind über dem Schultergürtel nur 8—9 Strahlen theilweise erhalten, die darauf schliessen lassen, dass diese Flossen abgerundet, nicht aber sichelförmig waren.

Den ganzen Rumpf bedeckten kreisrunde Schuppen von nahezu gleicher Grösse; sie zeigen bei mässiger Vergrösserung nicht sehr feine concentrische Ringe und nur wenige Radien; nirgends gewahrt man längs der Seiten grössere Schuppen oder gekielte Schienen

---

[1]) Bei Scomberoiden sind überhaupt die Dornfortsätze und Flossenträger der ersten Dorsale häufig nicht gerade, aber in verschiedener Weise gekrümmt; so sind z. B. bei *Mene* ebenfalls die ersteren mit ihrer Convexität nach hinten und die Träger nach vorne gerichtet; ein ähnliches Verhalten findet auch bei *Auxis* statt, nur sind daselbst die Dornfortsätze noch mehr säbelförmig, krumm und denen von *Vomeropsis* am ähnlichsten, bei *Zeus* hingegen sind sowohl die Dornfortsätze als Flossenträger nach vorne gekrümmt.

und auch längs des Rücken- und Bauchprofiles keine Spuren etwa vorhanden gewesener Knochenschilder.

Totallänge des in Doppelplatte vorhandenen Exemplares 7 Zoll; — Fundort: Monte Bolca.

Zu den Lophobranchiern.

Gatt. **Pseudosyngnathus** nob.

Agassiz hat einen in der *Ittiologia veronese* auf Tab. 58, Fig. 1 dargestellten fossilen Fisch, der daselbst fälschlich mit *Syngnathus typhle* identificirt wurde, wegen der weit rückwärts stehenden Dorsale *Syngnathus opisthopterus* benannt. Die prachtvolle Sammlung des Cav. Achille de Zigno enthält ein, obschon auch nicht vollständiges, doch bei weitem schöneres Exemplar, als das in der *Ittiol. veron.* abgebildete, mit welchem es jedoch so vollkommen übereinstimmt, dass über die Gleichartigkeit beider kein Zweifel obwalten kann. Eine genaue Untersuchung dieses Exemplars und die Vergleichung mit Skeleten von *Syngnathus, Fistularia* und *Aulostoma* ergab aber, dass dieser Fisch einem von den oben genannten Gattungen der Gegenwart verschiedenen Typus angehört, welcher derzeit fehlt und als eine vermittelnde Form zwischen den Lophobranchiern und Aulostomen anzusehen sein dürfte. Allerdings scheint diese Gattung den ersteren näher als den letzteren gestanden zu sein; da jedoch über die Beschaffenheit der Kiemen sich durchaus nichts angeben lässt und da sich, wie die nachfolgende Beschreibung zeigen wird, eben sowohl Übereinstimmungen mit beiden Gruppen, als auch Abweichungen von beiden herausstellen, so ist vorerst die Frage über die Einreihung dieser Gattung im Systeme nicht mit völliger Sicherheit zu beantworten [1]).

Bezüglich der Form des Kopfes, der Stellung der Rückenflosse und der Anordnung ihrer Träger stimmt die Gattung *Pseudosyngnathus* mit *Fistularia* und *Aulostoma* zunächst überein, sie unterscheidet sich jedoch wesentlich von ihnen durch die deutlich getrennten vorderen Rumpfwirbeln von ganz gewöhnlicher Grösse und namentlich durch den ersten, welcher zwar länger als die folgenden, aber dünn und niedrig ist und daher völlig von jenem bei Aulostomen abweicht; ferner durch den Mangel der langen, dünnen Knochenblätter und Stäbe hinter der *Squama occipitis* und dem *Humerus*, durch das Vorhandensein von Leibesschildern, durch das Fehlen einer Afterflosse und endlich durch den Mangel des in einen Faden verlängerten mittleren Caudalstrahles. In allen diesen Punkten, wie auch in Hinsicht der Wirbelfortsätze schliesst sich die Gattung näher an *Syngnathus* an, weicht aber von ihr wieder auffallend nicht blos durch die Stellung der Rückenflosse, sondern auch durch die geringe Zahl ihrer Strahlen und die Form und Stellung der Flossenträger ab. Sowohl von Lophobranchiern wie Aulostomiden unterscheidet sich aber *Pseudosyngnathus* durch die eigenthümlichen, der vorderen Hälfte der Wirbelsäule aufsitzenden Bögen (blinde Flossenträger?), die nach oben verschmolzen, eine fast geradlinige Rückenkante bilden. Dass der Rumpf wenigstens an seiner vorderen Hälfte mit Längsreihen von Hautschildern bedeckt war, scheint

[1]) Es ist dies um so weniger möglich, als es keinem Zweifel unterliegt, dass die Lophobranchier und Aulostomen bisher im Systeme einander viel zu entfernt standen und dass beide wahrscheinlich künftig in eine Ordnung zu vereinigen sind. Hier ist nicht am Platze, diese Ansicht näher zu begründen, doch werden die folgenden Angaben einige Belege für die Richtigkeit derselben liefern, da sie eben Zeugniss von der Combinationsfähigkeit der Merkmale beider Gruppen geben.

ausser allen Zweifel, und zwar dürften deren zwei vorhanden gewesen sein, ob sie sich auch über den Schwanz erstreckten, ob sie etwa hier nur eine Längsreihe bildeten oder wohl ganz fehlten, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Beschreibung der Art: Ps. opisthopterus.

Taf. V, Fig. 1 (in natürlicher Grösse)

Die Länge des Kopfes lässt sich zwar nicht genau angeben, da das Ende der Schnauze mit der eigentlichen Mundspalte fehlt, so weit sie aber messbar ist, betrug sie beiläufig ein Viertel der Totallänge. Obwohl der Kopf überhaupt die am wenigsten erhaltene Partie des ganzen Fisches ist, so zeigt doch seine Gesammtform, dass er gegen das Hinterhaupt nur etwas an Höhe zunimmt und dadurch mehr an *Fistularia* und *Aulostoma* als an *Syngnathus* erinnert. Die einzelnen verlängerten Kopfknochen, die zur Bildung des Mundrohres beitrugen, sind nicht sicher erkennbar, ihr Abdruck im Gestein zeigt jedoch, dass sie wenigstens theilweise eine körnig rauhe Aussenfläche besassen. Die sehr langen Stirnbeine sind etwas schmäler als die Hinterhauptschuppe, welche jedenfalls länger und breiter als bei Aulostomiden und schwach gewölbt war. Die Augen lagen zu Anfang des letzten Drittels der Kopflänge, zufolge der mangelhaften Umgrenzung der Augenhöhlung ist aber ihre Grösse nicht sicher bestimmbar. Die zur Bildung der Mundspalte beitragenden Kieferstücke fehlen zwar, wie gesagt, doch waren sie ohne Zweifel wie bei *Syngnathus* schief gestellt, schmal, kurz und wahrscheinlich auch zahnlos.

Die Wirbelsäule besteht aus 55 — 58 Wirbeln, die durchschnittlich länger als hoch sind. Der vorderste Wirbel übertrifft die folgenden an Länge, erscheint aber gegen das Hinterhaupt niederer und seine Verbindung mit dem *Os basilare* bleibt eben so undeutlich wie die Zusammensetzung der eigentlichen Schädelkapsel. Am Schwanzende nehmen die Wirbel an Höhe, nur die letzten aber auch zugleich an Länge ab. Die Gelenkflächen der Wirbel bilden stark vorspringende wulstige Ränder, zwischen denen an der vorderen Hälfte der Wirbelsäule die oberen Bogenschenkel nach vor- und rückwärts in dünne Blättchen sich ausbreiten. In die verdickte Stelle dieser Dornfortsätze keilen sich die Spitzen der Knochenplatten ein, welche sich zu dem Bogengange oberhalb der Wirbelsäule vereinigen und die fast geradlinige Rückenkante bilden. Die einzelnen Knochenplättchen, aus denen diese Bögen zusammengesetzt sind, stellen Dreiecke vor, deren Basis nach auf- und deren Spitze nach abwärts gerichtet ist. Für ihre Deutung als blinde Flossenträger spricht allerdings auch der Umstand, dass sie nur vor der Rückenflosse sich vorfinden und hinter derselben entschieden fehlten, doch weichen sie nicht blos an Grösse und Gestalt von den wahren Trägern der Dorsale wesentlich ab, sondern es hat auch den Anschein, als ob deren wenigstens am vorderen Bauchrande gleichfalls einige wären vorhanden gewesen. Unterhalb der Wirbelsäule liegen beiläufig in halber Totallänge einige kurze Rippen, die sich als solche durch ihre Gelenkköpfe kenntlich machen. Längs der hinteren Hälfte der Wirbelsäule liegen über und unter ihr noch ziemlich zahlreiche, rippenähnliche, dünne Knochen, die aber der Gelenkköpfe entbehren und wohl nur als Muskelgräten zu deuten sind.

Die nach aufwärts umgelegte rechte Brustflosse besteht aus acht etwas plattgedrückten Strahlen, von denen die mittleren am längsten sind. Bauchflossen fehlen wie bei allen *Syngnathus*-ähnlichen Formen. Die so auffallend rückwärts stehende Dorsale enthält 8 — 9

flache, ungegliederte Strahlen, die, statt in eine Spitze zu enden, sich ruderähnlich in eine schmale Fläche ausbreiten. Ganz übereinstimmend hiemit verhält sich der Strahlenbau bei den lebenden Lophobranchiern. Abweichend hingegen ist die Anordnung und Form der Flossenträger, auf denen die Dorsale aufsitzt, indem diese sich wie bei *Fistularia* verhalten und dadurch zu dem Schlusse berechtigen, dass bei *Pseudosyngnathus* die einzelnen Strahlen der Rückenflosse nicht in ähnlicher Weise beweglich waren wie dies bekanntlich bei lebenden *Syngnathus*- und *Hippocampus*-Arten der Fall ist. Die Schwanzflosse wurde aus 13 — 14 Strahlen von gleichem Baue mit jenen der Dorsale gebildet und scheint abgerundet oder abgestutzt gewesen zu sein wie bei *Syngnathus*; von einer fadenförmigen Verlängerung des mittleren Strahles ist keine Spur, allerdings aber von einer Verdickung desselben.

Die vordere Hälfte des Rumpfes war, wie sich aus den Abdrücken im Gesteine entnehmen lässt, mit zwei Längsreihen von Schildern bedeckt, die in halber Leibeshöhe an einander stossend, daselbst einen ziemlich starken Kiel bildeten und der Länge nach gestreift waren. Die hintere Leibeshälfte entbehrte jedoch entweder der Schilder gänzlich (wie es den Anschein hat), oder wenn deren vorhanden waren so konnten sie nur in einfacher Reihe liegen und nicht gekielt sein. Es verdient hervorgehoben zu werden, wie sehr in dieser Hinsicht unser Exemplar mit dem in der *Ittiologia veronese* abgebildeten übereinstimmt, denn auch bei diesen nimmt sich der Abdruck der hinteren Leibeshälfte eben so abweichend von dem der vorderen aus, dass obige Annahme hierin eine Rechtfertigung findet und sogar die Vermuthung rege werden kann, ob nicht etwa bei *Pseudosyngnathus* die vordere Leibeshälfte in einem Panzer steckte und die hintere frei beweglich aus demselben in ähnlicher Weise wie bei *Amphisile* und mehr noch bei *Ostracion* hervorragte.

Gatt. **Solenorhynchus** Heck.

Diese von Heckel aufgestellte Gattung füllt eine der Lücken aus, durch welche die Reihe derzeit lebender Lophobranchier abgerissen und unzusammenhängend erscheint und liefert abermals einen Beweis, dass eine natürliche Construction von Reihen nicht möglich ist ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Gegenwart und der Vergangenheit. Während der lebende *Solenostomus paradoxus* Lac. (*Fistularia paradoxa* Pall.) sich durch Totalgestalt den *Hippocampus*-Formen anreiht, steht der fossile *Solenorhynchus* durch eben diese den Syngnathoiden zunächst, beide aber theilen mitsammen die Eigenthümlichkeiten bezüglich der Flossen und unterscheiden sich hiedurch sowohl von *Hippocampus*- als *Syngnathus*-ähnlichen Lophobranchiern.

Wir geben zunächst unverändert den Charakter der Gattung, wie ihn Heckel in seinem oft erwähnten Berichte völlig genügend aufstellte: Körper walzenförmig, dünn, von kantigen Ringen umgeben, der Schwanztheil kurz, Mund am Ende der Röhre, klein, schief, aufwärts gespalten, zwei Rückenflossen, die erste mittenstehend, die zweite über der Afterflosse, eine Anschwellung des Körpers zwischen beiden; Bauchflossen vor der Rückenflosse, Schwanzflosse zugespitzt, verlängert.

Solenorhynchus elegans Heck.

Taf. VI, Fig. 1 (in natürlicher Grösse).

Beschreibung:

Der Kopf und Körper gleicht im Allgemeinen einem *Syngnathus*, die röhrenförmige Schnauze ist lang, nach oben und unten wie es scheint ziemlich scharf begrenzt, die Augen sind rundlich, in Gestalt eines schwarzen Fleckens klar angedeutet und zu Anfang des hintern Drittheils der Kopflänge gelegen. Die beiden ersten Drittheile des Kopfes gehören dem Mundrohre an, an dessen vorderem Ende die zarten Kiefer in gutem Erhaltungszustande liegen. Nach hinten nimmt der Kopf etwas an Höhe zu, jedoch erreicht diese nicht den dritten Theil der Kopflänge völlig. Fünf zarte Dornen zieren die Oberseite des Hinterhauptes. Die Kopflänge ist $3^{2}/_{3}$ mal in der Körperlänge ohne Caudale, die grösste Kopfhöhe hinter den Augen nicht ganz viermal, die grösste Leibeshöhe zwischen der zweiten Dorsale und der Anale fast fünfmal in der Kopflänge enthalten.

Der schlanke Leib ist von knöchernen Ringen umgeben, die besonders von der Bauchflossengegend angefangen in guten Abdrücken erhalten sind und dem Körper mit Ausnahme des wahrscheinlich viereckigen Schwanzes eine sechsseitige Gestalt geben. Die Ringe des Schwanzes, 9 an der Zahl, scheinen viereckig und sind breiter als die zwischen den Bauchflossen und der Anale liegenden scharf abgedrückten Ringe, dagegen schmäler als die Ringe des überall gleich hohen Rumpfes, welche leider minder klar ausgedrückt sind, wesshalb auch die Gesammtzahl der Körperringe sich nicht mit voller Genauigkeit angeben lässt. Heckel zählt deren im Ganzen 45 (sie dürfte vielleicht etwas zu hoch angenommen sein). Die Körperringe sind mit zarten Dornen geziert (ähnlich wie bei Dr. John Gray's neuem Syngnathoiden-Geschlechte *Haliichthys*), welche im Abdrucke schärfer zugespitzt erscheinen, als es an Pallas' Abbildung der *Fistularia paradoxa* zu sehen ist.

Bezüglich der Zahl und Lage der Flossen stimmt *Solenorh. elegans* Heck. ganz mit *Solenost. paradoxus* Lacép. überein. Von den Brustflossenstrahlen sind nur mehr drei bis vier theilweise erkennbar. Die erste Dorsale steht nahe hinter dem Anfange des letzten Drittels der Körperlänge, oder genau in der Mitte des Körpers, wenn man Caudale und Kopf nicht einrechnet, die zweite zu Ende des vierten Fünftels der Körperlänge. Die erste Dorsale ist fünfstrahlig. Ihre zarten Strahlen sind ungegliedert und ungetheilt und bezüglich ihrer Länge nur wenig von einander unterschieden. Der erste und längste Strahl ist etwas mehr als $2^{1}/_{2}$ mal in der Kopflänge enthalten. Die zweite Dorsale ist um 12 Körperringe, oder nicht ganz eine halbe Kopflänge von der ersten Rückenflosse entfernt und wird von beiläufig 17 sehr zarten, ungetheilten und wie es scheint auch ungegliederten Strahlen gebildet, die nur halb so lang als die der ersten Dorsale sind. Die Basis der zweiten Dorsale nimmt die Länge von drei Körperringen ein und ist ziemlich steil nach hinten abgedacht. Die Brustflossen stehen vor der ersten Dorsale zu Ende des dritten Fünftels der Körperlänge, 5 Körperringe vom Anfange der ersten Dorsale entfernt.

Jede Ventrale besteht aus drei langen Strahlen, die sich zu Ende des ersten Drittels ihrer Länge theilen, um sich sodann nochmals in zwei Äste zu spalten. Ob die Ränder der Bauchflossen durch Hautsäume wie bei *Solenost. paradoxus* in einen Sack vereinigt waren,

lässt sich allerdings nicht nachweisen, dürfte aber nicht unwahrscheinlich sein, da nicht nur die starke Entwicklung der Flossen an sich auffällt, sondern auch der Umstand, dass die unmittelbar hinter ihnen gelegenen Rumpfschilder niederer als die vorangehenden sind und das Bauchprofil daselbst unter einem Winkel schief ansteigt.

Die Anale steht der zweiten Dorsale gegenüber, der sie an Ausdehnung gleicht. Zwischen diesen beiden Flossen bildet, wahrscheinlich zu Folge der verlängerten Flossenträger, der Körper wie bei *Solenost. paradoxus* eine Anschwellung, wodurch an dieser Stelle die Körperhöhe ihr Maximum erreicht, nämlich $^{2}/_{11}$ der Körperlänge, während die grösste Höhe des Vorderrumpfes kaum $^{1}/_{7}$ der Kopflänge beträgt.

Von der langen Caudale sind noch 11 — 12 einfache Strahlen sichtbar, an denen man weder Gliederung noch Theilung wahrnimmt. Die fünf mittleren Strahlen dieser Flosse erreichen eine so bedeutende Länge, dass sie, obgleich nicht mehr vollständig erhalten, noch immer $^{2}/_{5}$ der Körperlänge mit Hinzurechnung des Kopfes messen. Die Länge des ganzen Thieres, dessen Reste im Monte Postale aufgefunden wurden, beträgt $3^{1}/_{2}$ Zoll.

Zu den Rajaceen.

Urolophus princeps Heck.

Taf. VI, Fig. 2 (in halber Grösse).

In dem oft citirten Berichte über de Zigno's Sammlung fossiler Fische gab Heckel zuerst die kurze Beschreibung eines am Monte Postale aufgefundenen Trygoniden, welcher sich durch den kurzen, mit einem Stachel versehenen Schwanz, der überdies keine Rückenflosse trägt, aber in eine Caudale endet, als zur Gattung *Urolophus* Müll. Henl. gehörig erweist und deren einzigen bis jetzt bekannten fossilen Vertreter darstellt. Die Grösse und der gute Erhaltungszustand dieses Plagiostomen macht ihn zu einer Zierde der Petrefacten-Sammlung des kais. Hof-Mineraliencabinetes und erlaubt eine ziemlich vollständige Abbildung dieses seltenen Fisches zu geben.

J. Müller und Henle begründeten die Gattung auf drei, in weit von einander entfernten Gegenden aufgefundene Arten, nämlich *Urol. aurantiacus*, *Ur. torpedinus* Mll. H. und *armatus* Val., von denen die erste im japanischen Meere (bei der Insel Goto), die zweite in Westindien (Cuba, Domingo) und die dritte im stillen Ocean (bei der australischen Insel Neu-Irland) entdeckt wurde. Dieser so weite Verbreitungsbezirk der drei lebenden Arten lässt an sich auf ein ziemlich hohes geologisches Alter der Gattung schliessen und die Auffindung einer fossilen Art in der genannten berühmten Localität bestätigt diese Ansicht in glänzender Weise.

Die fossile Art weicht jedoch sowohl durch Totalgestalt als insbesondere durch Länge und Stärke des Schwanzstachels von den lebenden Formen nicht unbedeutend ab, so dass sie wohl als Ausgangspunkt dieser Gattung, nicht aber als ein vermittelndes Glied zwischen der Art des atlantischen und jenen des stillen Oceans anzusehen sein dürfte. Die beiden letzteren reihen sich durch ihren kurzen Schwanz und die Form ihrer Körperscheibe, die breiter als lang ist, der fossilen Art viel näher an, als der amerikanische *Ur. torpedinus*, dessen ovale Scheibe länger als breit ist und dessen Schwanz die Körperlänge erreicht, während sein Stachel noch kleiner als bei *Ur. aurantiacus* und *armatus* bleibt. Durch die ungewöhnlich

breite Körpergestalt erinnert unser fossiler *Urolophus* an die Gattung *Pteroplatea* Müll. H., durch Länge und Stärke des Schwanzstachels hingegen an *Myliobates*.

Da das vorliegende Exemplar etwas verschoben ist, so ähnelt die Totalgestalt desselben, wie Heckel angibt, „einer quer liegenden, an beiden Polen spitz zugerundeten Ellipse", deren langer Vorderrand sanft-wellig gebogen und in der Mitte eingebuchtet erscheint. Die Breite der Scheibe beträgt 28, die Länge $13^1/_2$ Zoll (mit Hinzurechnung der dreieckigen Bauchflosse 15 Zoll). Die linke Hälfte der Scheibe ist, wie schon erwähnt, vorgeschoben, so dass auf dieser Seite der äussere Winkel spitzer als auf der rechten Hälfte erscheint, welche letztere theilweise beschädigt ist. Der Rand der linken Brustflosse ist zunächst ihrer Spitze beiderseits sanft eingebogen, sodann aber convex; während bei *Urol. aurantiacus* und besonders bei *armatus* (der durch breitere Scheibe unserem *princeps* näher steht) die Schnauze zugespitzt vortritt, erscheint hier der Rand derselben eingebuchtet. Der Schwanz ist kürzer als die Scheibe und misst blos 11 Zoll 5 Linien; das Verhältniss der Scheiben- zur Schwanzlänge stellt sich daher nahezu wie bei den zwei lebenden Arten des stillen Oceans heraus. Der Stachel ist von ungewöhnlicher Länge und Stärke, erstere beträgt 5 Zoll 2 Linien, die grösste Breite desselben an der Basis einen halben Zoll. Seine Oberfläche ist stark gewölbt, der Rand jederseits dicht mit nach vorne gekrümmten spitzen Zähnen besetzt; er beginnt schon zu Anfang des zweiten Achtels der Schwanzlänge, somit bedeutend weiter vorne als bei den lebenden Urolophen und zeigt bei diesen auch nur eine geringe Länge und Stärke. Das Ende des Schwanzes umgibt eine zwei Zoll hohe Flosse, deren Basis an der unteren Seite $6^1/_2$, an der obern nur $3^1/_6$ Zoll beträgt. Die Haut war, wie sich noch an manchen Stellen zeigt, körnig rauh, entbehrte aber ohne Zweifel ähnlicher Dornen oder Stacheln, wie deren *Urol. armatus* trägt. Vom Skelete haben sich viele Wirbel, aber blos theilweise erhalten ihre Zahl scheint um so beträchtlicher gewesen zu sein, als die Länge der Wirbelkörper am Schwanze nur sehr gering sein konnte; die Zahl der Bauchwirbel mochte beiläufig 40 betragen haben und wurde von jener der Schwanzwirbel jedenfalls bedeutend übertroffen. Schultergürtel und Becken sind nur undeutlich zu erkennen, sehr wohlerhalten ist hingegen der Abdruck der Brustflossenstrahlen. Sie sind wie bei lebenden Rajaceen in zahlreiche Glieder abgesetzt, deren Enden aber mittelst knotiger Anschwellungen in Gelenkverbindung stehen; erst gegen den Rand der Scheibe findet einfache, gabelige Theilung dieser Strahlen statt und Ansatz feiner Faserstrahlen. In so weit schliesst sich bezüglich des Flossenbaues unser *Ur. princeps* der lebenden Gattung *Raja* an, weicht aber von andern, wie z. B. *Squatina*, *Torpedo* ab, indem bei diesen die einzelnen Glieder in welche ein Strahl abgesetzt ist, weder unmittelbar an einander stossen, noch auch an ihren Enden knotig angeschwollen sind. Hingegen unterscheidet sich *Ur. princeps* von den genannten Rajaceen dadurch auffallend, dass zwischen je zwei gegliederte Strahlen sich mit grosser Regelmässigkeit meist zwei ungegliederte und dünne Fasern einschieben, die eben nur als Faserstrahlen zu bezeichnen sind, wie deren nicht blos für alle Plagiostomen, sondern auch für die Mehrzahl der Knorpelfische im Sinne Cuvier's und in gewisser Beziehung auch für viele Knochenfische (namentlich solche mit einer Fettflosse) bezeichnend sind.

Zu den Gadoiden.

Morrhua aeglefinoides nob.

Taf. V. Fig. 2 (in natürlicher Grösse).

Das zoologische Museum der Universität gelangte jüngst durch die Güte des Freiherrn Dr. Rudolf v. Härdtl in den Besitz des hier abgebildeten, aus Pod Sused in Croatien stammenden fossilen Gadoiden, dessen Beschreibung, obwohl er einer andern Formation und einem andern Fundorte angehört, wir noch aus dem Grunde beifügen zu dürfen glauben, weil fossile Gadoiden überhaupt in guten Exemplaren bisher selten vorkamen und weil wir hierdurch die Aufmerksamkeit der Paläontologen auf die noch nicht genügend ausgebeuteten Schichten von Pod Sused neuerdings zu lenken beabsichtigen.

Die Höhe des Kopfes und des Rumpfes und die starke Beschuppung insbesondere stellen diesen fossilen Gadoiden mit drei Dorsalen und zwei Analen zweifellos in die Gattung *Morrhua*, von welcher man bis jetzt noch keinen fossilen Vertreter kannte, und zwar in die nächste Nähe von *Morrhua aeglefinus* (welcher, wie unser fossiler Fisch, auch eine tieflappige Caudale besitzt) indem die angeführten Merkmale wohl bei den Arten des Geschlechtes *Morrhua*, nicht aber bei denen der Gattung *Merlangus* sich vorfinden, welche letztere ausserdem stets nur sehr schwach entwickelte Schuppen und eine gestreckte Kopfgestalt zeigen. Das Vorhandensein oder Fehlen der Gaumenzähne und eines Kinnbartels lassen sich an den noch erhaltenen Resten unseres fossilen Gadoiden zwar nicht mehr nachweisen, doch kann dieses die Richtigkeit unserer Gattungsbestimmung wohl nicht beeinträchtigen, indem letztere in den angegebenen Merkmalen hinreichende Begründung findet.

Beschreibung:

Die Höhe des Kopfes in der Gegend des hinteren Unterkieferendes beträgt drei Viertel der höchsten Leibeshöhe (unterhalb der ersten Dorsalstrahlen gemessen), während die Kopfhöhe in der Gegend der Kiemendeckel letztere beinahe erreicht. Im Vergleiche zur Kopfhöhe ist die Kopflänge gering, eine genaue Angabe der letzteren aber ist in Zahlen nicht möglich, indem das vordere Kopfende fehlt, doch übertraf dieselbe jedenfalls die grösste Leibeshöhe, wie dieses auch bei den lebenden Arten: *Morrhua aeglefinus*, *vulgaris* und *euxinus* Nordm. *(Faun. pontica)* der Fall ist. Von den Kopfknochen vermag man noch sehr gut die linke Zungenbeinhälfte mit fünf Kiemenstrahlen, das Quadratbein und einige Fragmente des Unter- und Oberkiefers nebst den Abdrücken der Deckelstücke und des Schultergürtels insbesondere zu erkennen. Die Wirbelsäule besteht aus 40—43 Wirbeln, welche, je mehr sie sich dem hier schlecht erhaltenen Schwanzende nähern, an Höhe abnehmen, so dass z. B. die letzteren Wirbel mehr als $2^1/_2$ mal, die vordersten dagegen kaum um die Hälfte länger als hoch sind, dagegen sich bezüglich ihrer Länge mit Ausnahme der fünf bis sechs letzten Wirbel, welche kürzer sind, ganz gleich bleiben. Wie bei fast allen Gadoiden sind die unteren Dornfortsätze

der Abdominalwirbel kurz, stark und fast rechtwinkelig zur Axe der Wirbelsäule geneigt, die unteren Bogenschenkel der darauf folgenden Caudalwirbel verlängern sich sodann rasch, nehmen aber zugleich an Stärke ab und an Neigung zu, bis sie endlich im letzten Viertel der Wirbelsäule wieder rasch an Länge abnehmen, ohne an Stärke zu gewinnen. Die ersten 11 — 12 Wirbel tragen Rippen von verschiedener Länge und sind von Muskelgräten begleitet, welche sich überhaupt längs einer grösseren Wirbelzahl vorfinden als die Rippen selbst. Die vordersten Rippen (4 — 5) articuliren mit den Wirbelkörpern selbst. Die Flossenträger der ersten Dorsale sind aus ihrer natürlichen Lage etwas herab gerückt und dürften nach ihren guten Abdrücken zu schliessen in der Zahl von 11 — 12 vorhanden gewesen sein, während sich von den Flossenstrahlen selbst nur vier, zwei davon im Abdrucke, aber keiner in natürlicher Länge erhielt. Sie stehen jedoch noch an ihrem ursprünglichen Platze, der zweite von ihnen misst $5^1/_2$ Abdominalwirbellängen. Die zweite Dorsale ist noch in 10 Strahlen (doch drei davon nur im Abdrucke) erhalten; der erste derselben erreicht 4, der zweite und dritte 5 Wirbellängen, die folgenden werden stufenweise kürzer, so dass der neunte und zehnte Strahl kaum noch 2 Wirbellängen messen. Die Länge des letzten der hier erhaltenen Strahlen, so wie die guten Abdrücke von 19 Flossenträgern weisen jedoch auf eine bedeutende Zahl von hier fehlenden Dorsalstrahlen hin, welche wie bei lebenden Arten, von äusserst geringer Länge gewesen sein dürften. Hinter der zweiten Dorsale überschreiten die Schuppen die Rückenprofillinie bedeutend, während andererseits die letzten Flossenträger der zweiten Dorsale sich viel mehr der Wirbelsäule nähern als es im Leben der Fall war, wie dieses auch die viel höhere Lage des Abdruckes eines Gliedes beweist, welches in seiner natürlichen Stellung blieb. Die dritte Dorsale endlich stützt sich auf 16 — 18 Flossenträger, an welchen noch zum grössten Theile Flossenstrahlenfragmente von grosser Zartheit dicht an einander gedrängt sitzen. Ziemlich vollständig sind die Brustflossenstrahlen erhalten, von welchen man noch 17 — 18 zu erkennen vermag. Die beiden ersten davon, welche aber nur durch Abdrücke angedeutet sind, erreichen die Länge von 5 Wirbeln, die fünf zunächst folgenden Strahlen sind beiläufig ein Fünftel kürzer, die letzten aber sehr kurz und kaum von Wirbellänge. Von beiden Ventralen haben sich Flossenstrahlen erhalten, deren Gesammtzahl sich auf 10 belauft. Das grosse Fragment jedes der beiden ersten Ventralstrahlen besitzt noch die Länge von 4 Wirbeln. Die erste Anale wird von 24, mässig starken Strahlen gebildet, deren längster der fünfte Strahl gewesen sein dürfte, welcher dem ersten der Bauchflossen an Länge gleichkommt. Sie stehen noch zum grössten Theile mit ihren Flossenträgern in Verbindung, nur die letzten sechs Flossenträger sind verschoben und der Wirbelsäule genähert, während die betreffenden Flossenstrahlen auf ihrem ursprünglichen Platze blieben. Die zweite Anale dürfte aus 18—20 Strahlen bestanden haben, von denen nur 14 gut erhalten sind, die ersteren derselben erreichen eine Länge, welche der von $4^1/_2$ — 3 Wirbeln gleicht, in der hinteren Flossenhälfte nehmen sie rasch an Länge ab. Auch die Flossenträger dieser zweiten Anale sind wie die der übrigen Flossen in guten Abdrücken erhalten und für die annäherungsweise Bestimmung der Flossenstrahlen von Bedeutung. Alle gut erhaltenen Flossenstrahlen zeigen sehr deutlich ihre Zusammensetzung aus zwei seitlichen Hälften, und nicht selten liegen diese völlig getrennt neben einander. Auch beginnt die Gliederung der Strahlen erst hoch oben und beschränkt sich meist nach der gabeligen Theilung nur auf wenige und ziemlich lange Glieder. In beiden Punkten stimmen die Flossenstrahlen mit denen lebender Gadoiden überein. Die Caudale ist tief gabelig, ihre Lappen waren ohne Zweifel stark zugespitzt, wie die leider nur in geringer

Zahl erhaltenen Caudalstrahlen in ihrer Lage und Länge beweisen. Der obere Lappen enthält 6 Randstrahlen. Von den darauf folgenden Strahlen sind in der oberen Schwanzhälfte nur 4, in der unteren 6 im Abdrucke angedeutet. Jedenfalls dienten die Bogenschenkel der acht oder neun letzten Wirbel den Caudalstrahlen zur Stütze. Die fast vollständig erhaltenen Schuppen stimmen in Form und Bau mit denen lebender Gadoiden im Wesentlichen überein; sie sind cykloid, ziemlich klein, körnig, rauh in Folge der zahlreichen Radien, die sich mit groben concentrischen Ringen kreuzen, wodurch die Schuppenfläche mit regulären Reihen länglicher Erhabenheiten dicht besetzt erscheint.

Nachtrag.

Taf. VII. Fig. 1. *Caranx ovalis*, Heck., Beschrieben in den „Neuen Beiträgen zur Kenntniss der fossilen Fische Österreichs", begonnen von weil. J. Heckel, beendet von R. Kner, Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften 1861, Seite 15.

Fig. 2. *Caranx rigidicaudus*, Heck., eben daselbst, Seite 18.



Albula brevis.



Albula de Zignii.

Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. mathem. naturw. Cl. XXI. Bd. 1862.

Kner u



Andr. Obsieger n. d. Nat. gez. u. lith.   Gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Vomeropsis elongatus Hek.

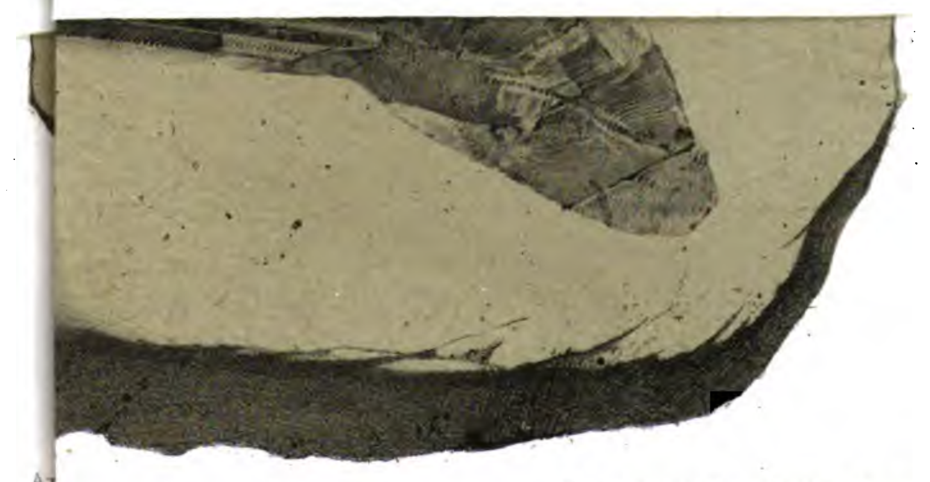


Aud. Oberegger u. J. Strohmayer gez. u. lith.

Gedr. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Fig. 1. Solenorhynchus elegans Heck.

Fig. 2. Morrhua aeglefinoides.



Ged. i. d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

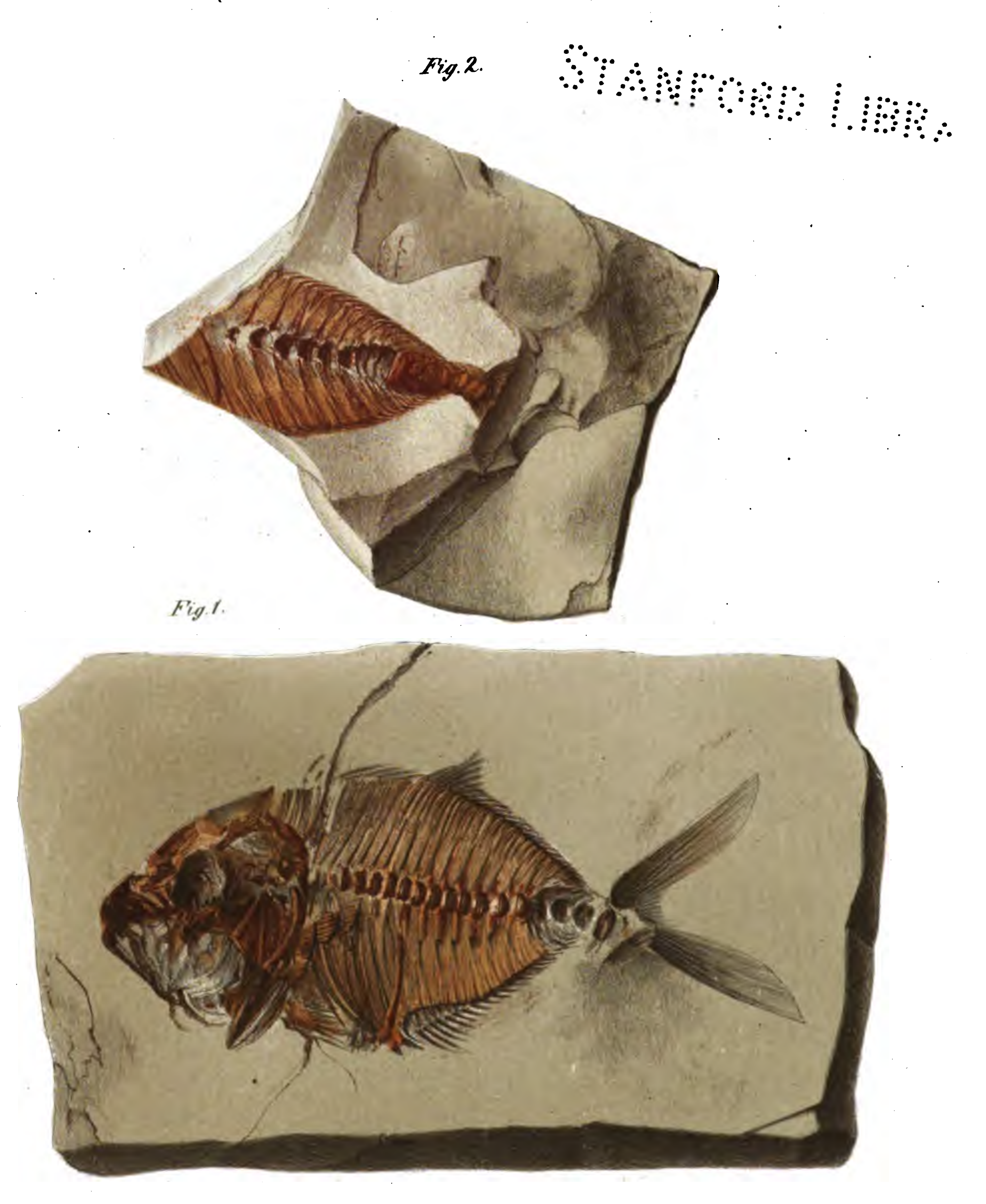


Fig. 1. Caranx ovalis.

Fig. 2. Caranx rigidicauda.

ÜBER EINIGE NEUE EIGENSCHAFTEN

DER

KUGELFUNCTIONEN EINER VERÄNDERLICHEN

UND DER

COEFFICIENTEN VON REIHEN, WELCHE NACH KUGELFUNCTIONEN ENTWICKELT SIND.

VON

DR. ANTON WINCKLER,
PROFESSOR IN GRATZ.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 20. MÄRZ 1860.

Es ist bekannt, dass die merkwürdigen Eigenschaften der Functionen X_0, X_1, X_2,... welche in der Entwickelung

$$\frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots + X_n z^n + \ldots$$

auftreten und welche gewöhnlich Kugelfunctionen einer Veränderlichen genannt werden, zuerst von Legendre gelegentlich seiner Untersuchungen über die Attraction der Sphäroide und die Gestalt der Planeten gefunden, in den „Savans étrangers" Tom. X und „Mém. de l'Acad." ann. 1784 et 1789 veröffentlicht und später in den Exerc. de calc. intégr. 5ème Partie p. 247 zusammengestellt worden sind. Diese Functionen sind bis in die neueste Zeit Gegenstand der Untersuchung geblieben, wozu nicht blos ihre von Legendre nachgewiesene analytische Bedeutung, sondern auch die tiefgehende Verallgemeinerung ihrer Theorie durch Laplace in der Mechanik des Himmels und ihr Auftreten in ganz anderen Untersuchungen, wie z. B. in der Gauss'schen Abhandlung: „Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi" und in der Theorie der hypergeometrischen Reihen Veranlassung gegeben hat.

Im Folgenden werde ich einige, meines Wissens nicht bekannte neue Eigenschaften dieser Functionen nachweisen, hierauf einige Methoden bezeichnen, durch welche die Entwickelung gegebener Functionen in Reihen, welche nach Kugelfunctionen fortschreiten, in vielen Fällen erleichtert wird, und zum Schlusse werde ich einige Eigenschaften der Coëfficienten solcher Reihen darlegen.

Die in zahlreichen Abhandlungen zerstreut vorkommenden Resultate, welche sich auf die in Rede stehenden Functionen beziehen, werde ich, wo es ihrer bedarf, entweder als bekannt voraussetzen oder durch neue Verfahrungsarten direct ableiten, in allen Fällen aber bereits bekannte Resultate als solche ausdrücklich bezeichnen.

1.

Die allgemeine Form der Kugelfunctionen einer Veränderlichen ist durch die Gleichung

$$X_n = \frac{1.3.5..(2n-1)}{1.2.3...n}\left\{x^n - \frac{n(n-1)}{2(2n-1)}x^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2.4.(2n-1)(2n-3)}x^{n-4} - \ldots\right\}$$

gegeben und für alle positiven Werthe von n bestimmt; auch für $n = 0$ kann man den Werth von X angeben, es ist nämlich $X_0 = 1$. Für manche Betrachtungen ist es jedoch zweckmässig, die Bedeutung von X_n auch für negative ganze Werthe von n festzustellen. So wie X_n als Coëfficient von z^n in der Entwickelung von $(1 - 2xz + z^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach positiven Potenzen von z definirt worden ist, so sei nun X_{-n} der Coëfficient von z^{-n} in der absteigenden Entwickelung oder also

$$\frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = X_{-1}z^{-1} + X_{-2}z^{-2} + X_{-3}z^{-3} + \ldots + X_{-n}z^{-n} + X_{-n-1}z^{-n-1} + \ldots.$$

und es handelt sich jetzt darum, die Coëfficienten dieser Entwickelung durch jene der früheren zu bestimmen. Dies geschieht sehr leicht, wenn man bemerkt, dass, wenn in der aufsteigenden $\frac{1}{z}$ für z gesetzt wird, dieselbe in die folgende

$$\frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = X_0z^{-1} + X_1z^{-2} + X_2z^{-3} + \ldots + X_{n-1}z^{-n} + X_nz^{-n-1} + \ldots.$$

übergeht und dass, wenn man nun diese beiden letzteren absteigenden Entwickelungen vergleicht, die gesuchte Relation

$$X_{-n} = X_{n-1} \quad \text{oder} \quad X_{+n} = X_{-(n+1)}$$

sich ergibt.

Die Grenzen, zwischen welchen sich die Zahlenwerthe von X_n befinden, sind in der Regel diejenigen, für welche $x = -1$ und $x = +1$ ist, und es ist bekannt, dass

$$X_n = +1 \text{ für } x = +1 \quad \text{und} \quad X_n = (-1)^n \text{ für } x = -1$$

Ich füge hinzu, dass $X_n = 0$ für $x = 0$, wenn n eine ungerade Zahl ist, dagegen $X_n = (-1)^{\frac{n}{2}} \frac{1.3.5...(n-1)}{2.4.6...n}$ für $x = 0$, wenn n eine gerade Zahl ist.

2.

Die gemeinschaftliche Quelle der wichtigeren Eigenschaften der Function X_n bilden die Gleichungen, welche sich zwischen den partiellen Differentialquotienten sowohl der ersten als der zweiten Ordnung der Function

$$u = (1 - 2xz + z^2)^{-\frac{1}{2}} = X_0 + X_1z + X_2z^2 + \ldots + X_nz^n + \ldots$$

bezüglich der Grössen x und z aufstellen lassen. Diese Gleichungen hat bereits Legendre a. a. O. benutzt, ohne aber alle Resultate, welche sie zu liefern im Stande sind, daraus zu ziehen. Wie man leicht einsieht, ergibt sich durch partielles Differentiiren

$$\frac{du}{dz} = (x-z)\,u^3 \qquad , \quad \frac{du}{dx} = zu^3$$

$$\frac{d^2u}{dz^2} = -\,u^3 + 3u^2\,(x-z)\,\frac{du}{dz}\,, \quad \frac{d^2u}{dx^2} = 3zu^2\,\frac{du}{dx}$$

$$\frac{d^2u}{dxdz} = u^3 + 3u^2z\,\frac{du}{dz}.$$

Zieht man zuerst die Differentialquotienten erster Ordnung in Betracht, so gelangt man zu der Gleichung

$$\frac{1}{u^2}\cdot\frac{du}{dz} = (x-z)\,u$$

aus welcher sich, da rechter Hand

$$\frac{1}{u^2} = 1 - 2xz + z^2$$

und linker Hand für u die entsprechende Reihe gesetzt werden kann, weiter die Gleichung

$$(1-2xz+z^2)\left[X_1 + 2zX_2 + 3z^2X_3 + \ldots + nz^{n-1}X_n + \ldots\right] = (x-z)\left[X_0 + X_1z + X_2z^2 + \ldots + X_nz^n + \ldots\right]$$

ergibt, die sofort nur bestehen kann, wenn

$$nX_n - 2\,(n-1)\,xX_{n-1} + (n-2)\,X_{n-2} = xX_{n-1} - X_{n-2}$$

ist. Wie man bemerkt, lässt sich diese Bedingung unter verschiedenen Formen darstellen, welche der späteren Anwendung wegen angeführt werden mögen. Dieselben sind:

$$nX_n - (2n-1)\,xX_{n-1} + (n-1)\,X_{n-2} = 0$$

$$xX_n = \frac{n}{2n+1}\,X_{n-1} + \frac{n+1}{2n+1}\,X_{n+1}$$

$$xX_n - X_{n-1} = \frac{n+1}{2n+1}\,(X_{n+1} - X_{n-1}) \quad \text{oder} \quad n\,(xX_n - X_{n-1}) + (n+1)\,(xX_n - X_{n+1}) = 0$$

Sie stellen insgesammt die bekannte Beziehung zwischen drei auf einander folgenden Functionswerthen dar.

Da ferner

$$\frac{1}{u^2}\cdot\frac{du}{dx} = zu$$

so folgt in ähnlicher Art wie oben die Gleichung

$$(1-2xz+z^2)\left[\frac{dX_0}{dx} + z\,\frac{dX_1}{dx} + z^2\,\frac{dX_2}{dx} + \ldots + z^n\,\frac{dX_n}{dx} + \ldots\right] = z\left[X_0 + X_1z + X_2z^2 + \ldots + X_nz^n + \ldots\right]$$

welche nur unter der Bedingung bestehen kann, dass

$$\frac{dX_{n+1}}{dx} - 2x\,\frac{dX_n}{dx} + \frac{dX_{n-1}}{dx} = X_n$$

oder

$$\frac{d\,(X_{n+1}+X_{n-1})}{dx} = X_n + 2x\frac{dX_n}{dx}$$

ist. —

Verbindet man die beiden bisher benutzten Differentialquotienten unter gleichzeitiger Elimination von u^3 mit einander, so entsteht die Gleichung

$$(x-z)\frac{du}{dx} = z\frac{du}{dz}$$

welche durch Einführung der Reihenform in

$$(x-z)\left[\frac{dX_0}{dx} + z\frac{dX_1}{dx} + z^2\frac{dX_2}{dx} + \ldots + z^n\frac{dX_n}{dx} + \ldots\right] = z\left[X_1 + 2zX_2 + 3z^2X_3 + \ldots + nz^{n-1}X_n + \ldots\right]$$

übergeht und als nothwendige Bedingung fordert, dass

$$x\frac{dX_n}{dx} - \frac{dX_{n-1}}{dx} = nX_n\,.$$

Man kann derselben eine andere Gestalt geben, wenn man bemerkt, dass der Ausdruck linker Hand, nämlich

$$x\frac{dX_n}{dx} - \frac{dX_{n-1}}{dx} = \frac{d\,(xX_n - X_{n-1})}{dx} - X_n$$

und also mit Rücksicht auf weiter oben gefundene Relationen

$$\frac{d\,(xX_n - X_{n-1})}{dx} = (n+1)\,X_n = \frac{n+1}{2n+1}\left(\frac{dX_{n+1}}{dx} - \frac{dX_{n-1}}{dx}\right)$$

Die hierin enthaltene Gleichung

$$\frac{d\,(X_{n+1} - X_{n-1})}{dx} = (2n+1)\,X_n$$

welche für die vorliegenden Betrachtungen von besonderer Wichtigkeit ist, wurde meines Wissens zuerst von Christoffel in der Abhandlung über die „Gauss'sche Quadratur" (Crelle, Journal Bd. 55, S. 67) jedoch auf einem von dem obigen verschiedenen Wege gefunden. — Es ist nicht ohne Interesse, dazu auch noch auf einem andern Wege und zwar direct von der Darstellung der Function X_n aus zu gelangen, welche zuerst Ivory und später auch Jacobi (Crelle, Journal Bd. 2, S. 224) fand, und wonach

$$X_n = \frac{1}{2\,.\,4\ldots 2n}\cdot\frac{d^n\,(x^2-1)^n}{dx^n}$$

ist.

Differentiirt man diese Gleichuug, so erfolgt:

$$\frac{dX_n}{dx} = \frac{2n}{2\,.\,4\ldots(2n-2)}\cdot\frac{d^n\,.\,x\,(x^2-1)^{n-1}}{dx^n}$$

oder, wenn man eine der angezeigten Differentiationen in der That ausführt:

$$\frac{dX_n}{dx} = \frac{1}{2.4..(2n-2)}\cdot\frac{d^{n-1}\left[(x^2-1)^{n-2}\,(x^2-1+(2n-2)x^2)\right]}{dx^{n-1}}$$

folglich, wenn man den Ausdruck rechter Hand in zwei Theile zerlegt

$$\frac{dX_n}{dx} = \frac{2n-1}{2\,.\,\ldots(2n-2)}\,\frac{d^{n-1}.(x^2-1)^{n-1}}{dx^{n-1}} + \frac{1}{2\,.\,4\ldots(2n-4)}\cdot\frac{d^{n-1}(x^2-1)^{n-2}}{dx^{n-1}}$$

Daraus ergibt sich nun ohne Weiteres die Gleichung

$$\frac{dX_n}{dx} = (2n-1)\,X_{n-1} + \frac{dX_{n-2}}{dx}$$

welche mit der oben erhaltenen zusammenfällt.

Setzt man nun in derselben nach einander $n-2$, $n-4$, $n-6$, . . für n und addirt dann alle sich daraus ergebenden Gleichungen, so wird man finden:

Wenn n gerade

$$\frac{dX_n}{dx} = (2n-1)\,X_{n-1} + (2n-5)\,X_{n-3} + (2n-9)\,X_{n-5} + \ldots + 3X_1$$

Wenn n ungerade

$$\frac{dX_n}{dx} = (2n-1)\,X_{n-1} + (2n-5)\,X_{n-3} + (2n-9)\,X_{n-5} + \ldots + 5X_2 + 1$$

welche Gleichung sich ebenfalls in der oben bezeichneten Abhandlung, ohne die Unterscheidung ob n gerade oder ungerade ist, angeführt findet.

Mit Rücksicht auf die weiter oben erhaltene Gleichung

$$x\frac{dX_n}{dx} = nX_n + \frac{dX_{n-1}}{dx}$$

ergibt sich hieraus auch die Relation

$$x\frac{dX_n}{dx} = nX_n + (2n-3)\,X_{n-2} + (2n-7)\,X_{n-4} + (2n-11)\,X_{n-6} + \ldots$$

Von den Gleichungen zwischen höheren Differentialquotienten lässt sich die folgende hervorheben. Differentiirt man nämlich die oben gefundene Gleichung

$$\frac{dX_{n+1}}{dx} - 2x\,\frac{dX_n}{dx} + \frac{dX_{n-1}}{dx} = X_n$$

$(r-1)$ mal nach einander, so ergibt sich

$$\frac{d^r X_{n+1}}{dx^r} - 2x\,\frac{d^r X_n}{dx^r} + \frac{d^r X_{n-1}}{dx^r} = (2r-1)\,\frac{d^{r-1}X_n}{dx^{r-1}}$$

woraus hervorgeht, dass, wenn man die Ordnungszahl der Differentiationen in jedem Gliede um eine beliebige Anzahl $r-1$ erhöht, dadurch weiter nichts geändert wird, als dass die rechte Seite der Gleichung $2\,(r-1)$ mal mehr in Rechnung gebracht werden muss.

3.

Ausser den bereits benutzten Relationen zwischen den Differentialquotienten von u sind noch die folgenden von besonderer Bedeutung, die sich aus der Bemerkung ergeben, dass

$$(x-z)^2 = \frac{1}{u^2} - (1-x^2)$$

und dass, wenn man die im vorigen Art. gefundene Gleichung

$$(x-z)\frac{du}{dx} = z\frac{du}{dz}$$

auf beiden Seiten mit $(x-z)$ multiplicirt, die Gleichung

$$\left[\frac{1}{u^2} - (1-x^2)\right]\frac{du}{dx} = z\,(x-z)\frac{du}{dz}$$

entsteht. Diese letztere in Verbindung mit der bereits gefundenen Relation

$$\frac{1}{u^2}\cdot\frac{du}{dx} = u\,.\,z$$

gibt sofort

$$(1-x^2)\frac{du}{dx} = uz - z\,(x-z)\frac{du}{dz}$$

oder endlich

$$\frac{1-x^2}{z}\,\frac{du}{dx} = u - (x-z)\frac{du}{dz}$$

Setzt man nun in dieser Gleichung die Reihe für u, so geht sie über in

$$(1-x^2)\left[\frac{dX_1}{dx} + z\frac{dX_2}{dx} + z^2\frac{dX_3}{dx} + \ldots\ldots + z^{n-1}\frac{dX_n}{dx} + \ldots\right]$$
$$= X_0 + X_1 z + \ldots + X_{n-1} z^{n-1} + \ldots - (x-2)\left[X_1 + 2zX_2 + \ldots + nz^{n-1}X_n + \ldots\right]$$

und diese Gleichung kann nur bestehen, wenn

$$(1-x^2)\frac{dX_n}{dx} = X_{n-1} - nxX_n + (n-1)\,X_{n-1}\,.$$

oder

$$(1-x^2)\frac{dX_n}{dx} = n\,(X_{n-1} - xX_n)$$

Berücksichtigt man ausserdem die Gleichungen des vorigen Artikels, so lässt sich diese Bedingung auch die folgende Form geben

$$(1-x^2)\frac{dX_n}{dx} = n\,(X_{n-1}-xX_n) = (n+1)\,(xX_n - X_{n+1}) = \frac{n\,(n+1)}{2n+1}\,(X_{n-1}-X_{n+1})$$

Differentiirt man die letztere Gleichung, so findet sich

$$(1-x^2)\frac{d^2X_n}{dx^2} - 2x\frac{dX_n}{dx} = \frac{n\,(n+1)}{2n+1}\,\frac{d\,(X_{n-1}-X_{n+1})}{dx}$$

Da aber im vorigen Artikel sich die Gleichung

$$\frac{d\,(X_{n-1}-X_{n+1})}{dx} = -(2n+1)\,X_n$$

ergeben hat, so folgt

$$(1-x^2)\frac{d^2X_n}{dx^2} - 2x\frac{dX_n}{dx} + n\,(n+1)\,X_n = 0$$

oder durch eine leichte Umformung

$$\frac{d\left[(1-x^2)\frac{dX_n}{dx}\right]}{dx} + n\,(n+1)\,X_n = 0$$

Die beiden letzteren Gleichungen, welche zuerst Legendre a. a. O. auf anderm Wege fand, sind die Differentialgleichungen der Function X_n

4.

So wie im Vorhergehenden Beziehungen zwischen drei aufeinander folgenden Functionswerthen gefunden worden sind, so lassen sich auch solche zwischen einer grössern Anzahl derselben finden. Einige hierher gehörige Fälle verdienen bemerkt zu werden. Aus der Gleichung für u folgt sogleich

$$1 = (1 - 2xz + z^2)\left[X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots + X_n z^n + \ldots\right]^2$$

und da diese nur bestehen kann, wenn sowohl der Coëfficient von z^{2n} als auch jener von z^{2n+1} für sich gleich Null ist, so folgt

$$\begin{aligned} &\frac{1}{2} X_n^2 + X_{n-1}X_{n+1} + X_{n-2}X_{n+2} + X_{n-3}X_{n+3} + \ldots \\ &+ \frac{1}{2} X_{n-1}^2 + X_{n-2}X_n + X_{n-3}X_{n+1} + X_{n-4}X_{n+2} + \ldots \\ &= 2x\left[X_{n-1}X_n + X_{n-2}X_{n+1} + X_{n-3}X_{n+2} + \ldots\right] \end{aligned}$$

so wie auch

$$\begin{aligned} &X_{n-1}X_n + X_{n-2}X_{n+1} + X_{n-3}X_{n+2} + \ldots \\ &+ X_n X_{n+1} + X_{n-1}X_{n+2} + X_{n-2}X_{n+3} + \ldots \\ &= 2x\left[\frac{1}{2}X_n^2 + X_{n-1}X_{n+1} + X_{n-2}X_{n+2} + X_{n-3}X_{n+3} + \ldots\right] \end{aligned}$$

Auf folgende Art kann man auch die Entwickelung des reciproken Werthes von u erhalten. Es ist

$$\frac{1}{u^2}\cdot\frac{du}{dz} = (x-z)\,u = (x-z)\left[X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots\right]$$

oder, wenn man die Multiplication ausführt

$$\frac{1}{u^2}\cdot\frac{du}{dz} = xX_0 + (xX_1 - X_0)\,z + (xX_2 - X_1)\,z^2 + \ldots + (xX_n - X_{n-1})\,z^n + \ldots$$

und wenn man auf beiden Seiten nach z integrirt

$$-\frac{1}{u} + \text{Const} = xX_0 z + (xX_1 - X_0)\frac{z^2}{2} + \ldots + (xX_n - X_{n-1})\frac{z^{n+1}}{n+1} + \ldots$$

Da nun $u = 1$ ist für $z = 0$, so folgt für die verlangte Entwickelung

$$\sqrt{1 - 2xz + z^2} = 1 - xX_0 z + (X_0 - xX_1)\frac{z^2}{2} + \ldots + (X_{n-2} - xX_{n-1})\frac{z^n}{n} + \ldots$$

Soll aber die Reihe x nicht enthalten, so muss man von der Relation

$$xX_n = \frac{n}{2n+1}X_{n-1} + \frac{n+1}{2n+1}X_{n+1}$$

Gebrauch machen, vermittelst welcher man erhält

$$\sqrt{1 - 2xz + z^2} = 1 - X_1 z + \frac{X_0 - X_2}{3}z^2 + \frac{X_1 - X_3}{5}z^3 + \frac{X_2 - X_4}{7}z^4 + \ldots + \frac{X_{n-2} - X_n}{2n-1}z^n + \ldots$$

Ordnet man die Reihe nach den X, so nimmt diese Gleichung die folgende Form an

$$\sqrt{1-2xz+z^2}=1+\frac{z^2}{3}X_0+\left(\frac{z^2}{5}-1\right)zX_1+\left(\frac{z^2}{7}-\frac{1}{3}\right)z^2X_2+\ldots+\left(\frac{z^2}{2n+3}-\frac{1}{2n-1}\right)z^2X_n+\ldots$$

Wie leicht einzusehen, liesse sich die Anzahl derartiger Resultate beträchtlich vermehren.

5.

Die in Art. 3 abgeleitete Gleichung

$$(1-x^2)\frac{d^2X_m}{dx^2}-2x\frac{dX_m}{dx}+m(m+1)X_m=0$$

führt, wenn man darin n für m setzt und dann die Gleichung

$$(1-x^2)\frac{d^2X_n}{dx^2}-2x\frac{dX_n}{dx}+n(n+1)X_n=0$$

mit der vorhergehenden durch Subtraction verbindet, zu einem bekannten sehr wichtigen Satze. Man findet nämlich

$$(1-x^2)\left[X_m\frac{d^2X_n}{dx^2}-X_n\frac{d^2X_m}{dx^2}\right]-2x\left[X_m\frac{dX_n}{dx}-X_n\frac{dX_m}{dx}\right]+\left[n(n+1)-m(m+1)\right]X_mX_n=0$$

und wenn man zwischen den Grenzen -1 und $+1$ integrirt, wobei sich die beiden ersten Glieder linker Hand, nämlich

$$\left[(1-x)^2\left(X_m\frac{dX_n}{dx}-X_n\frac{dX_m}{dx}\right)\right]_{-1}^{+1}$$

aufheben, so erfolgt

$$\left[n(n+1)-m(m+1)\right]\int_{-1}^{+1}X_mX_n\,dx=0$$

Was zunächst den Coëfficienten in der Klammer betrifft, so gibt derselbe, gleich Null gesetzt, die Gleichung

$$m^2+m=n^2+n$$

welche, nach m aufgelöst, die beiden Wurzeln

$$m_1=n\quad,\quad m_2=-(n+1)$$

liefert. Für alle anderen Werthe verschwindet jener Coëfficient nicht, muss also das Integral Null sein, so dass, mit Ausschluss der Werthe m_1 und m_2 immer

$$\int_{-1}^{+1}X_mX_n\,dx=0$$

und dieses ist, wie man sieht, ohne Ausnahme der Fall, wenn man für m nur positive von n verschiedene Werthe setzt. Auf diesem Satze beruht bekanntlich die Methode für die Entwickelung gegebener Functionen in Reihen, welche nach Kugelfunctionen fortschreiten. Was nun aber die Integrale

$$\int_{-1}^{+1}X_{-(n+1)}X_n\,dx\quad,\quad\int_{-1}^{+1}X_n^2\,dx$$

betrifft, so sind sie einander gleich, wenn man, wie in Art. 1 geschah, $X_{-(n+1)}$ und X_n als einander gleich erachtet. Man hat daher nur das letztere Integral, dessen Werth offenbar von Null verschieden ist, zu ermitteln. Für diese Werthbestimmung jedoch gibt es meines Wissens nur ein directes Verfahren, nämlich jenes von Legendre, und es scheint daher nicht ohne Interesse zu sein, noch eine zweite, kürzere Herleitung jenes Werthes zu kennen, welche von einem ganz verschiedenen Gesichtspunkte ausgeht. Multiplicirt man nämlich die in Art. 2 erhaltene Gleichung

$$x\frac{dX_n}{dx} - \frac{dX_{n-1}}{dx} = nX_n$$

durchgehends mit X_n und integrirt hierauf zwischen den Grenzen -1 und $+1$, so geht sie dadurch über in

$$n\int_{-1}^{+1} X_n^2 dx = \int_{-1}^{+1} xX_n\, dX_n - \int_{-1}^{+1} X_n dX_{n-1}$$

Was zunächst das zweite Integral auf der rechten Seite der Gleichung betrifft, so ist dasselbe nach der in Art. 2 begründeten Gleichung

$$\frac{dX_{n-1}}{dx} = (2n-3)\, X_{n-2} + (2n-7)\, X_{n-4} + \dots$$

offenbar gleich Null, und für das erste Integral findet man durch theilweises Integriren

$$\left[\frac{x}{2} X_n^2 - \frac{1}{2}\int X_n^2\, dx\right]_{-1}^{+1} = 1 - \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} X_n^2\, dx$$

so dass man die Gleichung

$$n\int_{-1}^{+1} X_n^2 dx = 1 - \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} X_n^2\, dx$$

erhält, aus welcher

$$\int_{-1}^{+1} X_n^2\, dx = \frac{2}{2n+1}$$

folgt.

Die Legendre'sche Bestimmung besteht dem Wesen nach darin, dass das bestimmte Integral

$$\int_{-1}^{+1} \frac{dx}{\sqrt{(1-2xy+y^2)(1-2xz+z^2)}} = \frac{1}{\sqrt{yz}} \log \frac{1+\sqrt{yz}}{1-\sqrt{yz}}$$

nur von dem Product yz, nicht aber von y und z einzeln abhängig ist, so dass, wenn man die beiden Seiten in Reihen entwickelt, die Gleichung entsteht

$$\int_{-1}^{+1} dx \left\{X_0 + X_1 y + X_2 y^2 + \dots\right\} \left\{X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \dots\right\}$$
$$= 2\left\{1 + \frac{1}{3}(yz)^2 + \frac{1}{5}(yz)^4 + \dots + \frac{1}{2n+1}(yz)^{2n} + \dots\right\}$$

woraus sich gleichzeitig die Resultate ergeben, dass

$$\int_{-1}^{+1} X_m X_n\, dx = 0 \quad , \quad \int_{-1}^{+1} X_n^2 dx = \frac{2}{2n+1}$$

6.

Den bisherigen Ergebnissen füge ich einige Bemerkungen bei. Multiplicirt man die Gleichung

$$\frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = X_0 + X_1 z + X_2 z^2 + \ldots + X_n z^n + \ldots$$

mit $X_n dx$ und integrirt zwischen den Grenzen -1 und $+1$, so wird man

$$\int_{-1}^{+1} \frac{X_n dx}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = \frac{2z^n}{2n+1}$$

erhalten, worin z jeden beliebigen, zwischen -1 und $+1$ liegenden Werth haben kann. Integrirt man hierauf nach z zwischen den Grenzen a und b und kehrt auf der ersten Seite der Gleichung die Integrationsfolge um, so erfolgt

$$\int_{-1}^{+1} X_n dx \int_a^b \frac{dz}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = \frac{2(b^{n+1}-a^{n+1})}{(n+1)(2n+1)}$$

oder, wenn man die Integration nach z ebenfalls ausführt

$$\int_{-1}^{+1} X_n \log \frac{b-x+\sqrt{b^2-2bx+1}}{a-x+\sqrt{a^2-2ax+1}}\, dx = \frac{2(b^{n+1}-a^{n+1})}{(n+1)(2n+1)}$$

Dies ist der einfachste Fall einer Reihe von Ergebnissen, welche sich aus der allgemeinen Formel:

$$\int_{-}^{+1} X_n dx \int_a^b \frac{f(z)\, dz}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = \frac{2}{2n+1}\int_a^b z^n f(z)\, dz$$

finden lassen, wenn a und b als zwischen -1 und $+1$ liegend vorausgesetzt werden. — Ohne mich weiter mit derselben zu beschäftigen, will ich nur noch bemerken, dass die Annahmen $z = -1$ und $z = +1$ zu dem Resultate

$$\int_{-1}^{+1} \frac{X_n dx}{\sqrt{1-x}} = (-1)^n \int_{-1}^{+1} \frac{X_n dx}{\sqrt{1+x}} = \frac{2\sqrt{2}}{2n+1}$$

führen. Eben so leicht ergeben sich aus den in Art. 4 abgeleiteten Gleichungen die beiden Integrale

$$\int_{+1}^{+1} \left[X_{n-1}X_n + X_{n-2}X_{n+1} + X_{n-3}X_{n+2} + \ldots\right] xdx = \frac{2n}{4n^2-1}$$

$$\int_{-1}^{+1} \left[\frac{1}{2} X_n^2 + X_{n-1}X_{n+1} + X_{n-2}X_{n+2} + X_{n-3}X_{n+3} + \ldots\right] xdx = 0$$

Da indessen $X_{n-r}X_{n+r}$ eine gerade Function ist, so versteht sich die letztere Gleichung von selbst. —

Endlich kann man noch bemerken, dass aus einer, zuerst von Dirichlet in seiner Abhandlung „Sur les Séries dont le terme général...“ (Crelle, Journal, Bd. 17) gefundenen Formel, wenn $x = \cos\gamma$ gesetzt wird, die Gleichung

$$X_n = 1 - \frac{(n+1)n}{1^2}\sin^2\frac{\gamma}{2} + \frac{(n+2)(n+1)n(n-1)}{1^2.2^2}\sin^4\frac{\gamma}{2} - \frac{(n+3)(n+2)(n+1)n(n-1)(n-2)}{1^2.2^2.3^2}\sin^6\frac{\gamma}{2} + \ldots$$

sich ergibt, welche mit $dx = -\sin\gamma\, d\gamma$ multiplicirt und in die oben erhaltene Formel

$$\int_{-1}^{+1} \frac{X_n dx}{\sqrt{1-x}} = \frac{2\sqrt{2}}{2n+1}$$

substituirt, zu der Gleichung führt

$$\frac{2\sqrt{2}}{2n+1} = \int_0^\pi \left\{1 - \frac{(n+1)n}{1^2} \sin\frac{^2\gamma}{2} + \frac{(n+2)(n+1)n(n-1)}{1^2 \cdot 2^2} \sin\frac{^4\gamma}{2} - \ldots\right\} \sqrt{2} \cdot \cos\frac{\gamma}{2}\, d\gamma$$

aus welcher durch Ausführung der Integration die merkwürdige Reihe

$$\frac{1}{2n+1} = 1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{(n+1)n}{1^2} + \frac{1}{5} \frac{(n+2)(n+1)n(n-1)}{1^2 \cdot 2^2} - \frac{1}{7} \cdot \frac{(n+3)(n+2)(n+1)n(n-1)(n-2)}{1^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2} + \ldots$$

erhalten wird.

7.

Unter den bis jetzt gefundenen Formeln sind einige einer wesentlichen Verallgemeinerung fähig. So lässt sich aus der in Art. 2 abgeleiteten Gleichung

$$x \frac{dX_n}{dx} = nX_n + (2n-3) X_{n-2} + (2n-7) X_{n-4} + (2n-11) X_{n-6} + \ldots$$

eine Entwickelung von $x^r \frac{dX_n}{dx}$ finden, wenn man von den ebendaselbst nachgewiesenen Gleichungen

$$x \frac{dX_n}{dx} = nX_n + \frac{dX_{n-1}}{dx}; \quad xX_n = \frac{nX_{n-1} + (n+1) X_{n+1}}{2n+1}$$

wiederholt Gebrauch macht. So z. B. ergibt sich

$$x^2 \frac{dX_n}{dx} = \frac{n^2+n}{2n+1} X_{n+1} + \frac{3n^2-n-1}{2n+1} X_{n-1} + (2n-5) X_{n-3} + (2n-9) X_{n-5} + \ldots$$

u. s. w. In gleicher Weise lässt sich $x^r X_n$ in linearer Weise durch die Functionen X darstellen. So findet man z. B.

$$x^2 X_n = \frac{n(n-1)}{4n^2-1} X_{n-2} + \frac{(2n-1)(n+1)^2 + (2n+3)n^2}{(2n-1)(2n+1)(2n+3)} X_n + \frac{(n+1)(n+2)}{(2n+1)(2n+3)} X_{n+2}$$

Auch für $\frac{d^r X_n}{dx^r}$ lässt sich dasselbe erreichen und zwar kann man auf folgende Art zu einer allgemeinen Formel hiefür gelangen. Differentiirt man nämlich die Formel für $\frac{dX_n}{dx}$, so findet man nach einigen einfachen Reductionen

$$\frac{d^2 X_n}{dx^2} = 1 . (2n-1)(2n-3) X_{n-2} + 2(2n-3)(2n-7) X_{n-4} + 3(2n-5)(2n-11) X_{n-6} + \ldots$$

Differentiirt man auch diese Gleichung, so erhält man

$$\frac{d^3 X_n}{dx^3} = 1 . (2n-1)(2n-3)(2n-5) X_{n-3} + 3(2n-3)(2n-5)(2n-9) X_{n-5}$$
$$+ 6 . (2n-5)(2n-7)(2n-13) X_{n-7} + 10(2n-7)(2n-9)(2n-17) X_{n-9} + \ldots$$

und durch das ganz gleiche Verfahren

$$\frac{d^4 X_n}{dx} =$$

$$1 . (2n-1)(2n-3)(2n-5)(2n-7) X_{n-4} + 4(2n-3)(2n-5)(2n-7)(2n-11) X_{n-6}$$
$$+ 10(2n-5)(2n-7)(2n-9)(2n-15) X_{n-8} + 20(2n-7)(2n-9)(2n-11)(2n-19) X_{n-10} + \ldots$$

Aus diesen vier Gleichungen lässt sich hinreichend deutlich der Fortgang der Zahlencoëfficienten und übrigen Factoren erkennen. Was die ersteren betrifft, so bilden sie für $\frac{d^r X_n}{dx^r}$ offenbar eine arithmetische Reihe, deren allgemeines Glied

$$\frac{m(m+1)(m+2)\ldots(m+r-2)}{1.2.3\ldots.(r-1)}$$

ist. Bezeichnet λ einen Summationsbuchstaben, wird $r > 0$ vorausgesetzt und ist l die grösste in $1+\frac{n-r}{2}$ enthaltene ganze Zahl, so hat man

$$\frac{d^r X_n}{dx^r} =$$

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=l} \frac{\lambda(\lambda+1)(\lambda+2)\ldots(\lambda+r-2)}{1.2.3\ldots(r-1)}(2n-2\lambda+1)(2n-2\lambda-1)..(2n-2\lambda-2r+5)(2n-4\lambda-2r+5)X_{n-r-2\lambda+2}$$

Für $r=5$ erhält man hieraus

$$\begin{aligned}\frac{d^5 X_n}{dx} = {} & 1.\ (2n-1)(2n-3)(2n-5)\ (2n-7)\ (2n-9)\ X_{n-5}\\ & +\ 5\ (2n-3)(2n-5)(2n-7)\ (2n-9)\ (2n-13)\ X_{n-7}\\ & +15\ (2n-5)(2n-7)(2n-9)\ (2n-11)(2n-17)\ X_{n-9}\\ & +35\ (2n-7)(2n-9)(2n-11)(2n-13)(2n-21)\ X_{n-11}\\ & +\ \ldots\ldots\end{aligned}$$

u. s. w.

8.

Von der so eben entwickelten allgemeinen Formel lässt sich eine Anwendung machen. Bezeichnet nämlich $\varkappa$ einen zweiten Stellenzeiger und ist k die grösste in $1+\frac{m-s}{2}$ enthaltene ganze Zahl, so hat man analog wie oben die Gleichung

$$\frac{d^s X_m}{dx^s} =$$

$$\sum_{\varkappa=1}^{\varkappa=k} \frac{\varkappa(\varkappa+1)(\varkappa+2)\ldots(\varkappa+s-2)}{1.2.3\ldots(s-1)}(2m-2\varkappa+1)(2m-2\varkappa-1)\ldots(2m-2\varkappa-2s+5)(2m-4\varkappa-2s+5)X_{m-s-2\varkappa+2}$$

Multiplicirt man diese Gleichung mit jener für $\frac{d^r X_n}{dx^r}$ und integrirt hierauf zwischen den Grenzen -1 und $+1$, so wird nach dem Satze, dass, zwischen jenen Grenzen genommen, das Integral des Products zweier Kugelfunctionen nur im Falle gleicher Indices einen von Null verschiedenen Werth erhält, die rechte Seite der Gleichung immer verschwinden, wenn

$$n-r-2\lambda+2 = m-s-2\varkappa+2$$

oder also

$$\lambda-\varkappa = \frac{n-m}{2}+\frac{s-r}{2}$$

gesetzt, keine ganze Zahl für $\lambda-\varkappa$ gibt; denn erhält man hiefür keine ganze Zahl, so enthält das Product sicher keine Glieder mit Kugelfunctionen von gleichen Indices.

Hieraus ergibt sich der Satz:

Wenn die Ordnungszahlen r und s der Differentiationen von Null verschieden, gleichartig (entweder gerade oder ungerade) dagegen die Indices m und n der Kugelfunctionen ungleichartig (eine gerade, die andere ungerade) sind; oder wenn r und s ungleichartig, dagegen m und n gleichartig sind, überhaupt also, wenn der Ausdruck

$$\frac{n-m}{2}+\frac{s-r}{2}$$

keine ganze Zahl gibt, so ist immer

$$\int_{-1}^{+1}\frac{d^r X_n}{dx^r}\cdot\frac{d^s X_m}{dx^s}\,dx=0$$

Um den besondern Fall, in welchem $s=0$ ist, etwas näher zu betrachten, will ich zunächst voraussetzen, es sei

$$m>n-r$$

so ist immer noch

$$\int_{-1}^{+1}X_m\cdot\frac{d^r X_n}{dx^r}\,dx=0$$

Setzt man aber voraus, es sei

$$m<n-r$$

und es seien m und $n-r$ gleichartig; wird ferner

$$n-m-r=2\rho$$

und ρ als eine ganze Zahl vorausgesetzt, so ist

$$\int_{-1}^{+1}X_m\frac{d^r X_n}{dx^r}\,dx=2\,\frac{(\rho+1)(\rho+2)(\rho+3)\ldots(\rho+r-1)}{1.2.3\ldots(r-1)}(2n-2\rho-1)(2n-2\rho-3)\ldots(2n-2\rho-2r+3)$$

Hieraus findet man für $r=1$ und wenn $\rho=\frac{n-m-1}{2}$ eine ganze Zahl ist

$$\int_{-1}^{+1}X_m\frac{dX_n}{dx}\,dx=2$$

was, wie bekannt, richtig ist.

Nimmt man endlich an, es sei

$$m<n-r$$

es seien aber m und $n-r$ ungleichartig, und

$$n-m-r=2\rho+1$$

gesetzt, gebe für ρ eine ganze Zahl, so ist immer

$$\int_{-1}^{+1}X_m\frac{d^r X_n}{dx^r}\,dx=0$$

Hieraus findet man für $r=1$ und wenn $\rho=\frac{n-m-2}{2}$ eine ganze Zahl ist

$$\int_{-1}^{+1}X_m\frac{dX_n}{dx}\,dx=0$$

was, wie bekannt, ebenfalls richtig ist. —

Als Ergänzung des betrachteten allgemeinsten Falles nehme man noch an, es sei

$$\lambda - \varkappa = \frac{n-m}{2} + \frac{s-r}{2}$$

in der That eine ganze Zahl. Dann wird der Werth des Integrals

$$\int_{-1}^{+1} \frac{d^r X_n}{dx^r} \cdot \frac{d^s X_m}{dx^s} \, dx$$

erhalten, wenn man die allgemeinen Glieder der für $\frac{d^r X_n}{dx^r}$ und $\frac{d^s X_m}{dx^s}$ aufgestellten Summenausdrücke mit einander und ihr Product mit $\frac{2}{2n-2r-4\lambda+5}$ multiplicirt und für λ, $\varkappa$ alle diejenigen Zahlen setzt, welche für $\lambda - \varkappa$ den oben bestimmten Werth geben und so beschaffen sind, dass λ zwischen 1 und l und $\varkappa$ zwischen 1 und k liegt.

Diese Sätze, welche mancher Anwendungen fähig sind, haben eine gewisse Analogie zu jenen, welche Legendre a. a. O. in den Exerc. gefunden hat, und durch welche der Werth des Integrals

$$\int_{-1}^{+1} \frac{d^r X_m}{dx^r} \cdot \frac{d^r X_n}{dx^r} (1-x^2)^r \, dx$$

erhalten wird; es ist aber klar, dass dieses Integral in seiner Art weniger allgemein als das so eben erörterte ist.

9.

Wie im Eingange bemerkt, betrifft der zweite hier zu erörternde Gegenstand die Begründung einiger Verfahrungsarten, durch welche in gewissen Fällen die Entwickelung gegebener Functionen in Reihen, welche nach Kugelfunctionen fortschreiten, wesentlich leichter wird als nach der gewöhnlichen Methode.

Es ist bekannt, dass die Entwickelung

$$f(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \ldots + A_n X_n + \ldots .$$

einer Function $f(x)$ nach Kugelfunctionen, erhalten wird, wenn man die Coëfficienten A_n durch die Gleichung

$$A_n = \frac{2n+1}{2} \int_{-1}^{+1} f_{(x)} \, X_n \, dx$$

bestimmt. Der Anwendung dieser Vorschrift stellen sich, wie dies ebenfalls bekannt ist, in gegebenen Fällen nicht selten Schwierigkeiten entgegen, welche darin bestehen, dass der Coëfficient A_n wegen des unter dem Integralzeichen vorkommenden Factors X_n in unübersichtlicher Form erscheint, welche selbst in den einfachsten Fällen die Reductionen nicht erkennen lässt, welche daran angebracht werden könnten, oder dass, wenn sich A_n überhaupt nicht in geschlossener Form finden lässt, das bezeichnete Verfahren keinen Anhaltspunkt darbietet, wie man wenigstens zu einer recurrirenden Beziehung zwischen zwei oder mehreren auf einander folgenden Coëfficienten gelangen könne. Bevor ich mit der Auseinandersetzung

einiger anderen Methoden für die Bestimmung der Coëfficienten mich beschäftige, scheint es zweckmässig, anzugeben, was unter A_n verstanden werden soll, wenn n negativ ist. Die im Folgenden vorkommenden Fälle, in welchen negative Indices von A_n eintreten, sind so beschaffen, dass für sie eine Definition hinreicht. Der Analogie nach scheint es am angemessensten, eben so $A_{-n} = A_{n-1}$ zu setzen, wie früher $X_{-n} = X_{n-1}$ gesetzt worden ist, so dass hiernach gleichzeitig

$$A_{-n} = A_{n-1} \quad \text{und} \quad A_{+n} = A_{-(n+1)}$$

ist. Es versteht sich, dass an dieser Erklärung durchgehends festgehalten werden muss. Der Nutzen derselben besteht in der nicht unbeträchtlichen Vereinfachung mancher Formeln, insbesondere derjenigen, in welchen Summenausdrücke vorkommen.

10.

Ein Verfahren zur Bestimmung der Coëfficienten A_n, welches sehr nahe liegt, aber noch nicht benutzt worden zu sein scheint, ergibt sich aus der Bemerkung, dass jener Coëfficient erhalten wird, wenn man das Integral

$$\frac{2n+1}{2} \int_{-1}^{+1} \frac{f(x)\,dx}{\sqrt{1-2xz+z^2}}$$

nachdem es ermittelt ist, aufsteigend nach Potenzen von z entwickelt und den Coëfficienten von z^n daraus nimmt. Da in der Regel der Nenner $\sqrt{1-2xz+z^2}$ viel einfacher, jedenfalls übersichtlicher als X_n ist, so wird das Verfahren im Vergleich zum oben bezeichneten, manchmal den Vorzug verdienen. Das Integral lässt übrigens noch eine Umformung zu. Setzt man nämlich

$$1-2xz+z^2 = t^2, \quad x = \frac{1+z^2-t^2}{2z}, \quad dx = -\frac{t\,dt}{z}$$

so nimmt das Integral die Form an

$$\frac{2n+1}{2z} \int_{1-z}^{1+z} dt \,.\, f\left(\frac{1+z^2-t^2}{2z}\right)$$

Um eines besondern Falles zu erwähnen, nehme man an, es handle sich um die Entwickelung der Function

$$f(u) = \frac{1}{a+u}$$

dann entsteht der Ausdruck

$$(2n+1) \int_{1-z}^{1+z} \frac{dt}{1+2az+z^2-t^2}$$

für welchen man nach näherer Ausführung erhält,

$$\frac{2n+1}{2\sqrt{1+2az+z^2}} \log \frac{a+z+\sqrt{1+2az+z^2}}{a+z-\sqrt{1+2az+z^2}}$$

oder in etwas anderer Form

$$\frac{2n+1}{\sqrt{1+2az+z^2}} \left\{ \log\left(a+z+\sqrt{1+2az+z^2}\right) - \frac{1}{2}\log\left(a^2-1\right) \right\}$$

Was nun die Entwickelung des einen oder andern dieser Ausdrücke betrifft, so kann sie, dem speciellen Falle angepasst, sehr einfach in der folgenden Weise geschehen. Aus der Definitionsgleichung der Functionen X ergibt sich

$$\int_0^z \frac{dz}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = X_0 z + X_1 \frac{z^2}{2} + X_2 \frac{z^3}{3} + X_3 \frac{z^4}{4} + \dots$$

oder also, wenn man die Integration ausführt

$$\log(z - x + \sqrt{1-2zx+z^2}) = \log(1-x) + X_0 z + X_1 \frac{z^2}{2} + X_2 \frac{z^3}{3} + \dots + X_n \frac{z^{n+1}}{n+1} + \dots$$

Setzt man hierin $x = -a$ und bezeichnet mit $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n, \dots$ dieselben Functionen von a, welche $X_0, X_1, X_2, \dots X_n \dots$ von x sind, so findet man

$$\log(a + z + \sqrt{1+2az+z^2}) = \log(1+a) + \alpha_0 z - \alpha_1 \frac{z^2}{2} + \alpha_2 \frac{z^3}{3} - \dots + (-1)^n \alpha_n \frac{z^{n+1}}{n+1} + \dots$$

Daraus folgt nun die Gleichung

$$\frac{2n+1}{2\sqrt{1+2az+z^2}} \log \frac{z+a+\sqrt{1+2az+z^2}}{z+a-\sqrt{1+2az+z^2}} =$$

$$\frac{2n+1}{\sqrt{1+2az+z^2}} \left\{ \frac{1}{2} \log \frac{a+1}{a-1} + \alpha_0 z - \alpha_1 \frac{z^2}{2} + \alpha_2 \frac{z^3}{3} - \dots + (-1)^n \alpha_n \frac{z^{n+1}}{n+1} + \dots \right\}$$

Dem letzteren Ausdruck aber kann man auch noch die Form geben

$$\frac{2n+1}{2} \log \frac{a+1}{a-1} \cdot \left\{ \alpha_0 - \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 - \dots + (-1)^n \alpha_n z^n + \dots \right\}$$

$$+ (2n+1) \left\{ \alpha_0 - \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 - \dots + (-1)^n \alpha_n z^n + \dots \right\} \left\{ \alpha_0 z - \alpha_1 \frac{z^2}{2} + \dots + (-1)^n \alpha_n \frac{z^{n+1}}{n+1} + \dots \right\}$$

Daraus suche man den Coëfficienten von z^n, so erhält man

$$A_n = (-1)^n (2n+1) \alpha_n \cdot \log \sqrt{\frac{a+1}{a-1}}$$

$$+ (-1)^{n-1} (2n+1) \left\{ \frac{\alpha_0 \alpha_{n-1}}{n} + \frac{\alpha_1 \alpha_{n-2}}{n-1} + \frac{\alpha_2 \alpha_{n-3}}{n-2} + \dots + \frac{\alpha_{n-2} \alpha_1}{2} + \frac{\alpha_{n-1} \alpha_0}{1} \right\}$$

Wenn man unterscheidet, ob n gerade oder ungerade ist, so lässt sich der Ausdruck in der Klammer auf die Hälfte der Glieder zurückführen, und man kann dann das Resultat dieser Rechnung in folgendem Satze zusammenfassen:

Wenn

$$\frac{1}{a+x} = A_0 X_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_{2n} X_{2n} + A_{2n+1} X_{2n+1} + \dots$$

gesetzt wird, und wenn $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots$ dieselben Functionen von a wie $X_0, X_1, X_2, \dots$ solche von x sind, so sind die Coëfficienten A bestimmt durch die Gleichungen

$$A_{2n} = (4n+1) \times$$

$$\left\{ \alpha_{2n} \log \sqrt{\frac{a+1}{a-1}} + (2n+1) \left[\frac{\alpha_0 \alpha_{2n-1}}{1.2n} + \frac{\alpha_1 \alpha_{2n-2}}{2(2n-1)} + \frac{\alpha_2 \alpha_{2n-3}}{3(2n-2)} + \dots + \frac{\alpha_{n-1} \alpha_n}{n(n+1)} \right] \right\}$$

$$A_{2n+1} = (4n+3) \times$$

$$\left\{ \alpha_{2n+1} \log \sqrt{\frac{a-1}{a+1}} + (2n+2) \left[\frac{\alpha_0 \alpha_{2n}}{1.(2n+1)} + \frac{\alpha_1 \alpha_{2n-1}}{2.2n} + \frac{\alpha_2 \alpha_{2n-2}}{3(2n-1)} + \dots + \frac{\alpha_{n-1} \alpha_{n+1}}{n(n+2)} + \frac{\alpha_n \alpha_n}{(n+1)(2n+2)} \right] \right\}$$

durch welche die explicite Bestimmung der Coëfficienten gegeben ist.

Durch das gleiche Verfahren gelangt man auch zur Entwickelung

$$\log(a+x) = A_0X_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \ldots.$$

wobei die Coëfficienten aus der aufsteigenden Entwickelung des Integrals

$$\frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}\frac{\log(a+x)}{\sqrt{1-2xz+z^2}}\,dx$$

oder, um die Rechnung zu erleichtern, des nach a genommenen Differentialquotienten desselben zu finden sind. — Ebenso hat man für die Entwickelung

$$(a+x)^r = A_0X_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \ldots.$$

den Ausdruck

$$\frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}\frac{(a+x)^r dx}{\sqrt{1-2xz+z^2}} = \frac{2n+1}{(2z)^{r+1}}\int_{1-z}^{1+z} dt\,(1+2az+z^2-t^2)^r$$

und für die Reihe

$$\operatorname{arctg} ax = A_0X_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \ldots$$

das Integral

$$\frac{2n+1}{2}\int_{1-z}^{1+z} dt \operatorname{arctg}\left(\frac{1+2az+z^2-t^2}{2z}\right)$$

u. s. w. zu betrachten.

11.

Zur Bestimmung der Coëfficienten A ist in letzter Zeit ein in vielen Fällen zweckmässiges Verfahren (s. die Abhandlung von G. Bauer im Journal von Crelle, Band 56) eingeschlagen worden, welches darin besteht, dass man die Gleichungen zu Hilfe nimmt, die sich ergeben, wenn man die Entwickelung

$$f(x) = \sum_0^\infty A_n X_n$$

einer Integration nach x unterwirft; man erhält dadurch in vielen Fällen eine weitere Gleichung, welche wenigstens eine Relation zwischen den zu bestimmenden Coëfficienten liefert. Dieses bis dahin nur auf einzelne Beispiele und insbesondere nur auf die aus der einmaligen Integration hervorgehende Gleichung angewendete Verfahren lässt eine Erweiterung zu, welche hier in Kürze näher bezeichnet werden mag.

Man multiplicire die angeführte Gleichung mit dx und integrire sie dann zwischen den Grenzen x und $+1$, so erfolgt

$$\int_x^1 f(x)\,dx = \sum_0^\infty A_n\int_x^1 X_n\,dx$$

und wenn man dasselbe Verfahren noch $r-1$ mal wiederholt

$$\int_x^1 dx\int_x^1 dx\ldots\int_x^1 dx\int_x^1 f(x)\,dx = \sum_0^\infty A_n\int_x^1 dx\int_x^1 dx\ldots\int_x^1 dx\int_x^1 X_n\,dx$$

Nun lässt sich, wie bekannt, sowohl die rechte als die linke Seite dieser Gleichung durch einfache Integrale ausdrücken; führt man zunächst rechter Hand diese Reduction aus, so findet man

$$\frac{(-1)^r}{1.2.3..r}\sum_{n=0}^{n=\infty} A_n\left\{x^r\int_x^1 X_n dx - rx^{r-1}\int_x^1 xX_n dx + \frac{r(r-1)}{1.2}x^{r-1}\int_x^1 x^2 X_n dx - \ldots \mp \int_x^1 x^r X_n dx\right\}$$

Bezeichnet man mit Y_n dieselbe Function von y, wie X_n eine solche von x ist, so kann man die $r+1$ Integrale unter ein gemeinschaftliches, auf die neue Veränderliche y sich beziehendes Integralzeichen bringen, wodurch man den Ausdruck

$$\int_x^1 dy\left\{x^r - rx^{r-1}y + \frac{r(r-1)}{1.2}x^{r-2}y^2 - \frac{r(r-1)(r-2)}{1.2.3}x^{r-3}y^3 + \ldots \pm rxy^{r-1} \mp y^r\right\} Y_n$$

oder einfacher

$$\int_x^1 Y_n\,.\,(x-y)^r\,dy$$

erhält, so dass die oben gefundene Gleichung die Form annimmt

$$\int_x^1 dx\int_x^1 dx \ldots \int_x^1 f(x)\,dx = \frac{(-1)^r}{1.2.3\ldots r}\sum_0^\infty\left[A_n\int_x^1 Y_n\,.\,(x-y)^r\,dy\right]$$

Würde es sich um eine Verificirung dieses Resultats handeln, so hätte man sich nur zu erinnern, dass die linke Seite der Gleichung ebenfalls in die Form

$$\frac{(-1)^r}{1.2.3..r}\int_x^1 f(y)\,(x-y)^r\,dy$$

gebracht werden kann und also

$$\int_x^1 f(y)\,(x-y)^r\,dy = \sum_0^\infty\left[A_n\int_x^1 Y_n\,(x-y)^r dy\right]$$

ist; diese letztere Gleichung ergibt sich in der That, wenn man die ursprüngliche mit $(x-y)^r$ multiplicirt und dann zwischen den Grenzen x und 1 nach y integrirt.

Was nun aber die Benützung der aus wiederholter Integration hervorgehenden Gleichungen zur Bestimmung der Coëfficienten A betrifft, so dient hierzu nicht sowohl die so eben ausgeführte Umgestaltung des Ausdrucks

$$\sum_0^\infty A_n\int_x^1 dx\int_x^1 dx \ldots \int_x^1 X_n\,dx$$

als vielmehr die folgende, welche sich auf die Eigenschaften der Function X_n gründet. Aus einer im Art. 2 entwickelten Formel ergibt sich nämlich

$$\int_x^1 X_n\,dx = \frac{X_{n-1} - X_{n+1}}{2n+1}$$

so dass also neben der Gleichung

$$f(x) = \sum_0^\infty A_n X_n$$

auch noch die folgende

$$\int_x^1 f(x)\,dx = \sum_0^\infty \frac{A_n}{2n+1}(X_{n-1} - X_{n+1})$$

besteht. Man kann den letztern Summenausdruck so transformiren, dass blos X_n statt A_n mit demselben Index hinter dem Summenzeichen vorkommt; man muss aber dabei an der Bedeutung festhalten, welche den Grössen X_n und A_n für negative Werthe von n beigelegt worden ist. Zerlegt man nämlich jene Summen in zwei Theile, so ist

$$\sum_0^\infty \frac{A_n}{2n+1} X_{n-1} - \sum_0^\infty \frac{A_n}{2n+1} X_{n+1} = \sum_{-1}^\infty \frac{A_{n+1}}{2n+3} X_n - \sum_1^\infty \frac{A_{n-1}}{2n-1} X_n$$

Die letztere Form aber lässt sich in

$$A_0 X_{-1} - A_{-1} X_0 + \sum_0^\infty \left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) X_n$$

zerlegen, worin sich die Ausdrücke vor dem Summenzeichen gegenseitig aufheben, so dass man die Gleichung erhält

$$\int_x^1 f(x)\,dx = \sum_0^\infty \left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) X_n \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Diese Gleichung, in anderer Form dargestellt, bildet die Grundlage für die Methode der Coëfficientenbestimmung, welche in der oben bezeichneten Abhandlung zuerst benutzt worden ist. Unterwirft man diese Gleichung einer abermaligen Integration, so ergibt sich in gleicher Weise wie oben

$$\int_x^1 dx \int_x^1 f(x)\,dx = \sum_0^\infty \left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) \frac{X_{n-1} - X_{n+1}}{2n+1}$$

Um auch hierbei den Ausdruck hinter dem Summenzeichen blos durch X_n auszudrücken, zerlege man denselben in zwei Theile und transformire jeden, so wird

$$\sum_0^\infty \left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) \frac{X_{n-1}}{2n+1} = \sum_{-1}^\infty \left(\frac{A_{n+2}}{2n+5} - \frac{A_n}{2n+1}\right) \frac{X_n}{2n+3}$$

$$\sum_0^\infty \left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) \frac{X_{n+1}}{2n+1} = \sum_{+1}^\infty \left(\frac{A_n}{2n+1} - \frac{A_{n-2}}{2n-3}\right) \frac{X_n}{2n-1}$$

Lässt man ferner die beiden Summen rechter Hand mit 0 statt mit -1 und $+1$ anfangen, so werden die Ausdrücke

$$\left(\frac{1}{3} A_1 + A_{-1}\right) X_{-1} - \left(A_0 + \frac{1}{3} A_{-2}\right) X_0$$

ausgeschieden und heben sich offenbar auf, so dass man erhält

$$\int_x^1 dx \int_x^1 f(x)\, dx = \int_x^1 (y-x) f(y)\, dy =$$

$$\sum_0^\infty \left[\frac{A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} - \frac{2A_n}{(2n+3)(2n-1)} + \frac{A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)}\right] X_n \quad . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Wie man in dieser Weise weiter gehen kann, bedarf keiner Auseinandersetzung.

12.

In manchen Fällen lassen sich die Quadraturen nicht in endlicher Form ausführen, welche in den so eben entwickelten Gleichungen vorkommen, während dies gleichwohl bei einem der Integrale

$$\int_x^1 f(y)\, dy, \int_x^1 y f(y)\, dy, \int_x^1 y^2 f(y)\, dy, \ldots$$

der Fall sein kann. Da sich nun, wie leicht einzusehen ist, diese Integrale ebenfalls mittelst der Coëfficienten A wie $f(x)$ selbst nach Kugelfunctionen entwickeln lassen, so liegt hierin öfter ein Mittel zur Coëfficientenbestimmung. Multiplicirt man die Gleichung (1) des vorigen Art. mit x und addirt sie dann zu (2), so ergibt sich

$$\int_x^1 y f(y)\, dy = \sum_0^\infty \left[\frac{A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} - \frac{2A_n}{(2n+3)(2n-1)} + \frac{A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)}\right] X_n$$

$$+ \sum_0^\infty \left[\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right] x X_n$$

Da nun

$$x X_n = \frac{n}{2n+1} X_{n-1} + \frac{n+1}{2n+1} X_{n+1}$$

so kann man den letztern Summenausdruck in zwei Theile zerlegen und jeden derselben einzeln transformiren, wodurch man findet

$$\sum_0^\infty \frac{n}{2n+1}\left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) X_{n-1} = \sum_0^\infty \frac{n+1}{2n+3}\left(\frac{A_{n+2}}{2n+5} - \frac{A_n}{2n+1}\right) X_n$$

$$\sum_0^\infty \frac{n+1}{2n+1}\left(\frac{A_{n+1}}{2n+3} - \frac{A_{n-1}}{2n-1}\right) X_{n+1} = \sum_0^\infty \frac{n}{2n-1}\left(\frac{A_n}{2n+1} - \frac{A_{n-2}}{2n-3}\right) X_n$$

so dass sich die Gleichung ergibt

$$\int_x^1 y f(y)\, dy = \sum_0^\infty \left[\frac{(n+2) A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} - \frac{A_n}{(2n+3)(2n-1)} - \frac{(n-1) A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)}\right] X_n \quad . \; . \; (1)$$

Auf ganz gleiche Weise kann man auch die Integrale

$$\int_x^1 y^2 f(y)\, dy \ldots$$

ausdrücken.

13.

Die Betrachtung einiger besonderen Fälle wird genügen, den Gebrauch der so eben abgeleiteten Formeln zu zeigen. Angenommen, es handle sich darum, die Function $\cos ax$ nach Kugelfunctionen zu entwickeln, so bestimme man zunächst

$$\int_x^1 dx \int_x^1 \cos ax \,.\, dx = (1-x)\,\frac{\sin a}{a} + \frac{\cos a - \cos x}{a^2}$$

und es ist daher nach der Gleichung (2) des Art. 11

$$(1-x)\,\frac{\sin a}{a} + \frac{\cos a - \cos ax}{a^2} = \sum_0^\infty \left[\frac{A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} - \frac{2A_n}{(2n+3)(2n-1)} + \frac{A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)}\right] X_n$$

Da nun $\cos ax = \sum\limits_0^\infty A_n X_n$ und $x = X_1$, so erkennt man auf der Stelle, dass diese Gleichung nur bestehen kann, wenn

$$\frac{\sin a}{a} + \frac{\cos a}{a^2} = \left(\frac{1}{a^2} + \frac{2}{3}\right) A_0 + \frac{1}{3} A_1 + \frac{1}{15} A_2$$

$$\frac{\sin a}{a} = A_0 - \left(\frac{1}{a^2} - \frac{2}{5}\right) A_1 - \frac{1}{35} A_3$$

und für alle Werthe von n, welche die Einheit übertreffen

$$\frac{A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)} + \left(\frac{1}{a^2} - \frac{2}{(2n+3)(2n-1)}\right) A_n + \frac{A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} = 0$$

Es ist für sich klar, dass die vorliegende Entwickelung nur Glieder gerader Ordnung enthalten kann, dass also $A_{2n+1} = 0$ sein muss; da ausserdem

$$A_0 = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} \cos ax\, dx = \frac{\sin a}{a}$$

so folgt

$$A_2 = 15\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{a^2}\right)\frac{\sin a}{a} + 15\,\frac{\cos a}{a^2}$$

u. s. w.

In ganz ähnlicher Weise lässt sich auch eine Relation für die Coëfficienten der Entwickelung von $\sin ax$ ableiten.

Als zweites Beispiel will ich die Function $e^{-a^2y^2}$ betrachten. Hier tritt die Gleichung (1) des vorigen Art. in Anwendung und man hat

$$\int_x^1 y\, e^{-a^2y^2}\, dy = \frac{e^{-a^2x^2} - e^{-a^2}}{2a^2}$$

Da nun

$$e^{-a^2x^2} = \sum_0^\infty A_n X_n$$

so ergibt sich aus jener Gleichung unmittelbar die Bedingung

$$\sum_0^\infty A_n X_n - e^{-a^2} = 2a^2 \sum_0^\infty \left[\frac{(n+2)\,A_{n+2}}{(2n+5)(2n+3)} - \frac{A_n}{(2n+3)(2n-1)} - \frac{(n-1)\,A_{n-2}}{(2n-1)(2n-3)}\right] X_n$$

aus welcher folgt

$$A_0 - e^{-a^2} = 2a^2 \left\{\frac{2}{15} A_2 + \frac{1}{3} A_0 + \frac{1}{3} A_1\right\}$$

und für alle die Null übertreffenden Werthe von n

$$\frac{(n+2)\, A_{n+2}}{(2n+5)\,(2n+3)} - \left(\frac{1}{2a^2} + \frac{1}{(2n+3)\,(2n-1)}\right) A_n - \frac{(n-1)\, A_{n-2}}{(2n-1)\,(2n-3)} = 0$$

Nun ist

$$A_0 = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} e^{-a^2 x^2}\, dx = 1 - \frac{1}{3} a^2 + \frac{1}{5}\frac{a^4}{1.2} - \frac{1}{7}\frac{a^6}{1.2.3} + \dots$$

und da

$$A_1 = \frac{3}{2}\int_{-1}^{+1} e^{-a^2 x^2}\, x\, dx = 0,$$

so wie überhaupt $A_{2n+1} = 0$ ist, so folgt

$$A_2 = \frac{15}{4a^2}\left\{\left(1 - \frac{2}{3} a^2\right) A_0 - e^{-a^2}\right\}$$

Es können also alle Coëfficienten durch die einzige Reihe, welche A_0 darstellt, ausgedrückt werden.

Nimmt man drittens an, es werde $\frac{1}{\sqrt{1+a^2x^2}}$ für $f(x)$ gesetzt, so folgt

$$\int_x^1 \frac{y\,dy}{\sqrt{1+a^2y^2}} = \frac{\sqrt{1+a^2} - \sqrt{1+a^2x^2}}{a^2}$$

Da aber

$$\sqrt{1 + a^2x^2} = (1 + a^2x^2) \sum_0^\infty A_n X_n$$
$$= \sum_0^\infty \left(A_n X_n + a^2 A_n \,.\, x^2 X_n\right)$$

so braucht man nur für $x^2 X_n$ den im Art. 7 hierfür abgeleiteten Ausdruck zu setzen und den Summenausdruck, wie dies bereits wiederholt geschah, so zu transformiren, dass hinter dem Summenzeichen nur X_n vorkommt, um zur Gleichung

$$\sqrt{1 + a^2x^2} =$$
$$\sum_0^\infty \left[A_n + a^2\left(\frac{n\,(n-1)\, A_{n-2}}{(2n-1)\,(2n-3)} + \frac{n^2(2n+3) + (n+1)^2(2n-1)}{(2n-1)\,(2n+1)\,(2n+3)} A_n + \frac{(n+1)\,(n+2)}{(2n+3)\,(2n+5)} A_{n+2}\right)\right] X_n$$

zu gelangen. Gleichzeitig aber folgt aus der Gleichung (1) des Art. 12 für den vorliegenden Fall

$$\sqrt{1 + a^2} - \sqrt{1 + a^2x^2} =$$
$$a^2 \sum_0^\infty \left[\frac{(n+2)\, A_{n+2}}{(2n+5)\,(2n+3)} - \frac{A_n}{(2n+3)\,(2n-1)} - \frac{(n-1)\, A_{n-2}}{(2n-1)\,(2n-3)}\right] X_n$$

Addirt man also diese Gleichungen, so ist es leicht die nothwendigen Bedingungen anzugeben, welchen die Coëfficienten A genügen müssen. Insbesondere erhält man für $n = 0$

$$A_2 = \frac{15}{4a^2}\left\{\sqrt{1+a^2} - \left(1 + \frac{2}{3}a^2\right)A_0\right\}$$

u. s. w.

Alle A mit ungeradem Index sind Null.

14.

Der dritte Theil der vorliegenden Erörterungen betrifft, wie in der Einleitung bemerkt wurde, die Nachweisung einiger Eigenschaften, welche die Coëfficienten der nach Kugelfunctionen fortschreitenden Reihen, oder also die bisher mit A_n bezeichneten Grössen besitzen, wenn dieselben als Functionen einer Grösse a betrachtet werden. Unter diese Eigenschaften könnte man zunächst rechnen, dass sich die Werthe mancher bestimmten Integrale von Functionen, welche mit der Reihe in Beziehung stehen, durch deren Entwicklungscoëfficienten ausdrücken lassen. Ich beschränke mich hier darauf, ein einziges Beispiel dieser Art anzuführen, welches sich in den Formeln des Art. 11 von selbst darbietet. Hat man nämlich auf irgend eine Weise die Coëfficienten der Reihe

$$f(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + \ldots + A_n X_n + \ldots$$

gefunden, so ist, wenn r eine positive ganze Zahl bezeichnet

$$\frac{1}{2}\int_{-1}^{+1}(1+x)^r f(x)\,dx =$$

$$\begin{aligned}
&\left\{1 + \frac{1}{3}\frac{r(r-1)}{1.2} + \frac{1}{5}\cdot\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)}{1.2.3.4} + \ldots\ldots\ldots\right\}A_0\\
+&\left\{\frac{1}{3}r + \frac{1}{5}\frac{r(r-1)(r-2)}{1.2.3} + \frac{1}{7}\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)}{1.2.3.4.5} + \ldots\right\}A_1\\
+&\left\{\frac{2}{3.5}\cdot\frac{r(r-1)}{1.2} + \frac{4}{5.7}\cdot\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)}{1.2.3.4} + \frac{6}{7.9}\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)(r-5)}{1.2.3.4.5.6} + \ldots\right\}A_2\\
+&\left\{\frac{2}{5.7}\frac{r(r-1)(r-2)}{1.2.3} + \frac{4}{7.9}\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)}{1.2.3.4.5} + \frac{6}{9.11}\cdot\frac{r(r-1)\ldots(r-6)}{1.2\ldots7} + \ldots\ldots\right\}A_3\\
+&\left\{\frac{2.4}{5.7.9}\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)}{1.2.3.4} + \frac{4.6}{7.9.11}\cdot\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)(r-5)}{1.2.3.4.5.6} + \ldots\ldots\ldots\ldots\right\}A_4\\
+&\left\{\frac{2.4}{7.9.11}\cdot\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)}{1.2.3.4.5} + \frac{4.6}{9.11.13}\frac{r(r-1)(r-2)(r-3)(r-4)(r-5)}{1.2.3.4.5.6} + \ldots\ldots\right\}A_5\\
+&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

Das Gesetz der Coëfficienten dieser Reihe, welche, wenn r eine positive ganze Zahl ist, von selbst abbricht, lässt sich deutlich erkennen.

Von grösserm Interesse als diese Benützung der Coëfficienten A sind jedoch die Relationen, welche zwischen diesen selbst stattfinden. Einige hierher gehörige Bemerkungen mögen vorangehen. — Wenn in der Gleichung

$$f(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \ldots + A_n X_n + \ldots$$

einmal $x = -1$ und dann $x = +1$ gesetzt wird, so erhält man nach Art. 1 zwei Gleichungen, aus welchen folgt

$$A_0 + A_2 + A_4 + \ldots + A_{2n} + \ldots = \frac{f(+1) + f(-1)}{2}$$

$$A_1 + A_3 + A_5 + \ldots + A_{2n+1} + \ldots = \frac{f(+1) - f(-1)}{2}$$

Setzt man dagegen $x = 0$, so ergibt sich

$$A_0 - \frac{1}{2} A_2 + \frac{1.3}{2.4} A_4 - \frac{1.3.5}{2.4.6} A_6 + \frac{1.3.5.7}{2.4.6.8} A_8 - \ldots = f(0)$$

Multiplicirt man die Gleichung für $f(x)$ mit $\frac{dX_{2n}}{dx}$, integrirt sie dann zwischen den Grenzen -1 und $+1$ und beachtet den in Art. 8 gefundenen Satz, so erfolgt:

$$A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + \ldots + A_{2n-1} = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x) \frac{dX_{2n}}{dx} dx$$

Multiplicirt man dagegen mit $\frac{dX_{2n+1}}{dx}$, so ergibt sich in ähnlicher Weise

$$A_0 + A_2 + A_4 + A_6 + \ldots + A_{2n} = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x) \frac{dX_{2n+1}}{dx} dx$$

Man kann hieraus die Summe der $2n$ ersten Glieder finden und zwar ergibt sich

$$A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_{2n-1} + A_{2n} = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x) \frac{d\,[X_{2n} + X_{2n+1}]}{dx} dx$$

Lässt man n ohne Ende wachsen, so geht diese Gleichung über in

$$\lim . \int_{-1}^{+1} f(x) . \frac{d\,[X_{2n+1} + X_{2n}]}{dx} dx = 2f(+1)$$

Da ausserdem

$$A_0 - A_1 + A_2 - A_3 + \ldots + A_{2n} = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x) . \frac{d\,[X_{2n+1} - X_{2n}]}{dx} dx$$

so gelangt man für $n = \infty$ zu der weitern Gleichung

$$\lim . \int_{-1}^{+1} f(x) . \frac{d\,[X_{2n+1} - X_{2n}]}{dx} dx = 2f(-1)$$

und wie leicht zu sehen folgt aus diesen beiden Resultaten, dass

$$\lim . \int_{-1}^{+1} f(x) \frac{dX_n}{dx} dx = f(+1) - f(-1)$$

$$\lim . \int_{-1}^{+1} f(x) \frac{dX_{2n+1}}{dx} dx = f(+1) + f(-1)$$

Ich füge noch bei, dass, wenn man die Gleichung

$$\frac{df(x)}{dx} = A_0 \frac{dX_0}{dx} + A_1 \frac{dX_1}{dx} + A_2 \frac{dX_2}{dx} + \ldots + A_n \frac{dX_n}{dx} + \ldots$$

einmal mit X_{2n-1} und dann mit X_{2n} multiplicirt und hierauf zwischen den bisherigen Grenzen integrirt, die beiden weiteren Gleichungen

$$A_{2n} + A_{2n+2} + A_{2n+4} + A_{2n+6} + \ldots = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} X_{2n-1} \frac{df(x)}{dx}\, dx$$

$$A_{2n+1} + A_{2n+3} + A_{2n+5} + A_{2n+7} + \ldots = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} X_{2n} \cdot \frac{df(x)}{dx}\, dx$$

sich ergeben. Die durch diese Gleichungen ausgedrückten Eigenschaften der Coëfficienten liegen, wie man sieht, sehr nahe und gelten so allgemein als für eine gegebene Function $f(x)$ die Entwickelung nach Kugelfunctionen überhaupt statthaft ist. —

15.

Den so eben gefundenen Gleichungen, welche die Summe einer endlichen Anzahl von Gliedern der durch A_0, A_1, . . gebildeten Reihen in Form eines Integrals bestimmen, kann man andere zur Seite stellen, welche ähnliche Summen durch Differentialquotienten jener Glieder ausdrücken. Hierzu führt die folgende allgemeine Bemerkung.

Es sei u eine Function der beiden von einander unabhängigen Grössen a und x, ferner seien in der als möglich vorausgesetzten Entwickelung

$$f(u) = A_0X_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \ldots . = \sum_0^\infty A_n X_n$$

die Grössen X Functionen von x von gegebener Form, und A die als Functionen von a zu bestimmenden Coëfficienten der Reihenglieder. Diese Coëfficienten A lassen sich immer unabhängig von der Charakteristik f bestimmen, oder wenigstens durch Gleichungen definiren, in welchen dieselbe direct nicht enthalten ist. Man kann nämlich f dadurch allgemein eliminiren, dass man die angeführte Gleichung partiell einmal nach x und dann nach a differentiirt und sofort $\frac{df(u)}{da}$ wegschafft. Dadurch ergibt sich dann die Gleichung

$$\frac{du}{dx}\left\{X_0 \frac{dA_0}{da} + X_1 \frac{dA_1}{da} + X_2 \frac{dA_2}{da} + \ldots + X_n \frac{dA_n}{da} + \ldots\right\} =$$
$$\frac{du}{da}\left\{A_0 \frac{dX_0}{dx} + A_1 \frac{dX_1}{dx} + A_2 \frac{dX_2}{dx} + \ldots + A_n \frac{dX_n}{dx} + \ldots\right\}$$

Ich werde unter Annahme besonderer Formen für u einige Anwendungen von dieser Gleichung machen. Die erste derselben sei

$$u = a + x$$

durch welche man, wenn ausserdem noch x^n für X_n gesetzt wird, bekanntlich die Taylorsche Reihe herzuleiten pflegt.

Hier nun sollen die X insgesammt Kugelfunctionen bezeichnen in der bisherigen Bedeutung. Da alsdann die obige Gleichung in

$$X_0 \frac{dA_0}{da} + X_1 \frac{dA_1}{da} + X_2 \frac{dA_2}{da} + \ldots + X_n \frac{dA_n}{da} + \ldots =$$
$$A_0 \frac{dX_0}{dx} + A_1 \frac{dX_1}{dx} + A_2 \frac{dX_2}{dx} + \ldots + A_n \frac{dX_n}{dx} + \ldots$$

übergeht und die sämmtlichen Differentialquotienten der X vermöge der in Art. 2 begründeten Gleichung

$$\frac{dX_n}{dx} = (2n-1)\, X_{n-1} + (2n-5)\, X_{n-3} + (2n-9)\, X_{n-5} + \ldots.$$

sich wieder durch Kugelfunctionen ausdrücken lassen, so kann man den Coëfficienten von X_n aus der Gleichung suchen und gelangt auf diese Weise zu der Relation

$$A_{n+1} + A_{n+3} + A_{n+5} + A_{n+7} + \ldots = \frac{1}{2n+1} \frac{dA_n}{da} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Da aber eben so auch

$$A_{n+3} + A_{n+5} + A_{n+7} + \ldots = \frac{1}{2n+5} \frac{dA_{n+2}}{da}$$

sein muss, so erhält man durch Subtraction der beiden Gleichungen:

$$(2n+5) \frac{dA_n}{da} - (2n+1) \frac{dA_{n+2}}{da} = (2n+5)\,(2n+1)\, A_{n+1}$$

und hieraus folgt zugleich, dass die Coëfficienten A in drei auf einander folgenden Gliedern die merkwürdige Eigenschaft haben, dass

$$\int A_{n+1}\, da = \frac{A_n}{2n+1} - \frac{A_{n+2}}{2n+5} + \text{Const.}$$

ist. — Wenn man ferner die Gleichung (1) und die daraus abgeleitete

$$A_{n+2} + A_{n+4} + A_{n+6} + A_{n+8} + \ldots = \frac{1}{2n+3} \frac{dA_{n+1}}{da}$$

durch Addition verbindet, so findet man

$$A_{n+1} + A_{n+2} + A_{n+3} + \ldots = \frac{1}{2n+1} \frac{dA_n}{da} + \frac{1}{2n+3} \frac{dA_{n+1}}{da}$$

oder, da die Summe linker Hand durch

$$f(a+1) - (A_0 + A_1 + A_2 + \ldots + A_n)$$

ausgedrückt werden kann, so hat man, wie sich leicht ergibt:

$$A_0 + A_1 + A_2 + \ldots + A_n = f(a+1) - \frac{1}{2n+1} \frac{dA_n}{da} - \frac{1}{2n+3} \frac{dA_{n+1}}{da}$$

so dass man also die Summe der n ersten Glieder der durch die Coëfficienten A gebildeten Reihe durch die Differentialquotienten ihres n^{ten} und $(n+1)^{\text{ten}}$ Gliedes ausdrücken kann. Wenn man n ohne Ende wachsen lässt, so erhellt zugleich, dass

$$\lim . \left\{\frac{1}{2n+1}\frac{dA_n}{da} + \frac{1}{2n+3}\frac{dA_{n+1}}{da}\right\} = 0$$

ist. Da aber

$$\int_{-1}^{+1} f(a+x)\, X_n dx = \frac{2A_n}{2n+1}, \quad \int_{-1}^{+1} f(a+x) \,.\, X_{n+1} dx = \frac{2A_{n+1}}{2n+3}$$

so folgt weiter

$$\lim . \int_{-1}^{+1} X_n \frac{df(a+x)}{da} dx = 0$$

Es ist eine nothwendige Folge dieser und der weiter oben entwickelten Grenzgleichungen, dass X_n mit wachsendem n ohne Ende abnehme, was sich indessen auch unmittelbar aus einer von Laplace in der méc. cél. V. 5. Livre XI. abgeleiteten Formel ergibt, wonach sich X_n, wenn $x = \cos\theta$ gesetzt wird, für sehr grosse Werthe von n durch den Ausdruck

$$\frac{\cos\left(\left(n+\frac{1}{2}\right)\theta - \frac{\pi}{4}\right)}{\sqrt{\frac{n\pi}{2}\sin\theta}}$$

ersetzen lässt.

16.

Durch ein Verfahren, welches dem so eben angewendeten durchaus analog ist, findet man ferner

$$A_{2n+1} - A_{2n+2} + A_{2n+3} - A_{2n+4} + \ldots = \frac{1}{4n+1}\frac{dA_{2n}}{da} - \frac{1}{4n+3}\frac{dA_{2n+1}}{da}$$

Da aber

$$A_{2n+1} - A_{2n+2} + A_{2n+3} - A_{2n+4} = A_0 - A_1 + A_2 - \ldots + A_{2n} - f(a-1)$$

so gelangt man zu der Gleichung

$$A_0 - A_1 + A_2 - A_3 + \ldots + A_{2n} = f(a-1) + \frac{1}{4n+1}\frac{dA_{2n}}{da} - \frac{1}{4n+3}\frac{dA_{2n+1}}{da}$$

Die bisherigen Ergebnisse führen auch noch zu den beiden Summenformeln

$$A_0 + A_2 + A_4 + A_6 + \ldots + A_{2n} = \frac{f(a+1)+f(a-1)}{2} - \frac{1}{4n+3} \cdot \frac{dA_{2n+1}}{da}$$

$$A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + \ldots + A_{2n+1} = \frac{f(a+1)-f(a-1)}{2} - \frac{1}{4n+1} \cdot \frac{dA_{2n}}{da}$$

wobei

$$\frac{dA_0}{da} = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1} \frac{df(a+x)}{da} dx = \frac{f(a+1)-f(a-1)}{2}$$

$$\frac{dA_1}{da} = \frac{3}{2}\int_{-1}^{+1} x \,.\, \frac{df(a+x)}{da} dx = \frac{3}{2}\left\{f(a+1) + f(a-1) - 2A_0\right\}$$

u. s. w.

Der so eben betrachtete Fall, welcher sich auf die Annahme $u = a + x$ bezieht, gibt noch einigen weiteren Erörterungen Raum. Da nämlich

$$\frac{d^r f(a+x)}{dx^r} = \frac{d^r f(a+x)}{da^r} \quad .$$

so lassen sich die Betrachtungen des vorigen Art. verallgemeinern. Es sei zunächst $r = 1$ man gehe also von der Gleichung aus

$$X_0 \frac{d^2 A_0}{da^2} + X_1 \frac{d^2 A_1}{da^2} + X_2 \frac{d^2 A_2}{da^2} + \ldots . =$$
$$A_0 \frac{d^2 X_0}{dx^2} + A_1 \frac{d^2 X_1}{dx^2} + A_2 \frac{d^2 X_2}{dx^2} + \ldots .$$

Nun lassen sich, wie in Art. 7 gezeigt wurde, die Differentialquotienten zweiter Ordnung von X_0, X_1,.. durch diese Grössen selbst wieder ausdrücken, indem

$$\frac{d^2 X_n}{dx^2} = 1.(2n-1)\,(2n-3)\,X_{n-2} + 2\,(2n-3)\,(2n-7)\,X_{n-3} + \ldots$$

Sucht man daher nach geschehener Substitution aus der vorhergehenden Gleichung die Glieder, welche X_n enthalten, so erhält man

$$\frac{d^2 A_n}{da^2} = (2n+1)\left\{1.(2n+3)\,A_{n+2} + 2\,(2n+5)\,A_{n+4} + 3\,(2n+7)\,A_{n+6} + \ldots\right\}$$

woraus für $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$ folgt

$$\frac{d^2 A_0}{da^2} = \quad 1.3\,A_2 + 2.5\,A_4 + 3.7\,A_6 + 4.9\,\;A_8 + \ldots$$
$$\frac{d^2 A_1}{da^2} = 3\left\{1.5\,A_3 + 2.7\,A_5 + 3.9\,A_7 + 4.11\,A_9 + \ldots\right\}$$

u. s. w. Da aber

$$\frac{d^2 A_0}{da^2} = \frac{1}{2}\left\{\frac{df\,(a+1)}{da} - \frac{df\,(a-1)}{da}\right\}$$
$$\frac{d^2 A_1}{da^2} = \frac{3}{2}\left\{\frac{df\,(a+1)}{da} - \frac{df\,(a-1)}{da} - f\,(a+1) + f\,(a-1)\right\}$$

so kann man also durch die Differentialquotienten

$$\frac{df\,(a+1)}{da},\quad \frac{df\,(a-1)}{da}$$

die Reihen rechter Hand summiren.

Für $r = 3$ erhält man, ebenfalls mit Rücksicht auf die Formeln des Art. 7

$$\frac{d^3 A_n}{da^3} = (2n+1)\left\{1.(2n+1)\,(2n+5)\,A_{n+3} + \;3\,(2n+5)\,(2n+7)\;\;A_{n+5} \right.$$
$$\left. + \;6\,(2n+7)\,(2n+9)\,A_{n+7} + 10\,(2n+9)\,(2n+11)\,A_{n+9} + \ldots\right\}$$

Diese Gleichungen, welchen die Entwickelung

$$f(a+x) = A_1 X_1 + A_2 X_2 + A_3 X_3 + \ldots$$

zu Grunde liegt, liessen sich leicht noch vermehren; die bisher angeführten, auf welche ich mich beschränke, mögen hinreichen, die Behauptung zu rechtfertigen, dass nicht nur den Kugelfunctionen X sondern auch den Entwickelungs-Coëfficienten A eigenthümliche Sätze entsprechen.

Wie von den bisher gefundenen Resultaten in besonderen Fällen, wenn z. B. einer der Ausdrücke

$$(a+x)^m, \quad \log(a+x), \quad e^{a+x}$$

für $f(a+x)$ gesetzt würde, Anwendung zu machen ist, bedarf keiner nähern Auseinandersetzung.

17.

Zu einer weitern Anwendung der allgemeinen Gleichung des Art. 15 nehme man an, es werde

$$u = ax$$

gesetzt; es entsteht dann die Bedingungsgleichung

$$a\left\{X_0 \frac{dA_0}{da} + X_1 \frac{dA_1}{da} + X_2 \frac{dA_2}{da} + \ldots\right\} =$$
$$x\left\{A_0 \frac{dX_0}{dx} + A_1 \frac{dX_1}{dx} + A_2 \frac{dX_2}{dx} + \ldots\right\}$$

Da nun, wie in Art. 2 gezeigt worden ist,

$$x\frac{dX_n}{dx} = nX_n + (2n-3)\,X_{n-2} + (2n-7)\,X_{n-4} + \ldots$$

so können in jener Gleichung alle Glieder in linearer Weise durch die Functionen X ausgedrückt werden und wenn dies geschehen ist, so kann man die Coëfficienten von X_n auf beiden Seiten jener Gleichung heraussuchen und gelangt auf diesem Wege unmittelbar zu der Relation

$$a\frac{dA_n}{da} = nA_n + (2n+1)\left\{A_{n+2} + A_{n+4} + A_{n+6} + \ldots\right\} \quad \ldots\ldots (1)$$

Bemerkt man nun, dass für $x = +1$ und $x = -1$

$$f(a) \quad = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_n + \ldots$$
$$f(-a) = A_0 - A_1 + A_2 - A_3 + \ldots + (-1)^n A_n + \ldots$$

und dass also

$$A_{2n+2} + A_{2n+4} + A_{2n+6} + \ldots = \frac{f(a)+f(-a)}{2} - (A_0 + A_2 + A_4 + \ldots + A_{2n})$$
$$A_{2n+3} + A_{2n+5} + A_{2n+7} + \ldots = \frac{f(a)-f(-a)}{2} - (A_1 + A_3 + A_5 + \ldots + A_{2n+1})$$

so ergeben sich aus (1), wenn man darin einmal $2n$ und dann $2n+1$ für n setzt und jene Gleichung mit den beiden letzteren verbindet, die folgenden Formeln:

$$A_0 + A_2 + A_4 + \ldots + A_{2n} = \frac{f(a)+f(-a)}{2} + \frac{1}{4n+1}\left(2n\,A_{2n} - a\frac{dA_{2n}}{da}\right)$$
$$A_1 + A_3 + A_5 + \ldots + A_{2n+1} = \frac{f(a)-f(-a)}{2} + \frac{1}{4n+3}\left((2n+1)\,A_{2n+1} - a\frac{dA_{2n+1}}{da}\right)$$

Es ist nicht ohne Interesse diese beiden Gleichungen auch noch auf dem folgenden, von dem vorigen gänzlich abweichenden Wege herzuleiten. — Die Coëfficienten A_n sind wie bekannt durch die Gleichung

$$A_n = \frac{2n+1}{2} \int_{-1}^{+1} f(ax)\, X_n\, dx$$

bestimmt. Differentiirt man dieselbe nach a, wodurch sie in

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2} \int_{-1}^{+1} x f^1(ax)\, X_n dx$$

übergeht, bemerkt man ferner, dass

$$(2n+1)\, x X_n = n X_{n-1} + (n+1)\, X_{n+1}$$

so kann man das Integral in zwei andere Integrale zerlegen und erhält

$$2\frac{dA_n}{da} = n \int_{-1}^{+1} X_{n-1} f'(ax)\, dx + (n+1) \int_{-1}^{+1} X_{n+1} f'(ax)\, dx$$

woraus man durch theilweises Integriren weiter findet

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2a} \cdot \left\{ f(a) + (-1)^n f(-a) \right\} - \frac{n}{2a} \int_{-1}^{+1} f(ax) \frac{dX_{n-1}}{dx}\, dx - \frac{n+1}{2a} \int_{-1}^{+1} f(ax) \frac{dX_{n+1}}{dx}\, dx$$

Drückt man nun die beiden Differentialquotienten von X_{n-1} und X_{n+1} gemäss den in Art. 2 entwickelten Formeln durch die Functionen X aus, so wird man finden

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2a} \left\{ f(a) + (-1)^n f(-a) \right\} - \frac{n}{2a} \int_{-1}^{+1} f(ax) \left\{ (2n-3)\, X_{n-2} + (2n-7)\, X_{n-4} + \dots \right\} dx$$
$$- \frac{n+1}{2a} \int_{-1}^{+1} f(ax) \left\{ (2n+1)\, X_n + (2n-3)\, X_{n-2} + \dots \right\} dx$$

Die Integrale aber lassen sich durch die Coëfficienten A ausdrücken, folglich hat man

$$\frac{a}{2n+1} \cdot \frac{dA_n}{da} = \frac{f(a) + (-1)^n f(-a)}{2} + \frac{n\,(2n+1)}{4} A_n - (A_n + A_{n-2} + A_{n-4} + \dots)$$

Es bedarf keiner Auseinandersetzung was nun weiter zu thun sei, um die beiden Formeln herzustellen, welche sich auf dem früher eingeschlagenen Wege ergeben haben.

Wie die auf die Annahme $u = ax$ sich beziehenden Gleichungen dieses Art. in besonderen Fällen, z. B. wenn einer der Ausdrücke

$$(1+ax)^m, \quad \cos ax, \quad \sin ax, \quad e^{ax}, \dots$$

für $f(ax)$ gesetzt würde, anzuwenden wären, bedarf eben so wenig einer nähern Bezeichnung.

18.

Als dritten besondern Fall der allgemeinen Gleichung des Art. 15 will ich annehmen, es sei

$$u = 1 - 2xa + a^2$$

also

$$\frac{du}{dx} = -2a \quad , \quad \frac{du}{dx} = 2(a-x)$$

Man erhält dann als Bedingungsgleichung für die Coëfficienten

$$a\left\{X_0 \frac{dA_0}{da} + X_1 \frac{dA_1}{da} + X_2 \frac{dA_2}{da} + \ldots + X_n \frac{dA_n}{da} + \ldots\right\} =$$
$$(x-a)\left\{A_0 \frac{dX_0}{dx} + A_1 \frac{dX_1}{dx} + A_2 \frac{dX_2}{dx} + \ldots + A_n \frac{dX_n}{dx} + \ldots\right\}$$

Man kann nun das im vorigen Beispiele bezeichnete Verfahren benutzen, um sowohl die Grösse x als auch die Differentialquotienten der X fortzuschaffen. Ist dieses geschehen, so suche man die Coëfficienten von X_n heraus, zwischen welchen dann die folgende Gleichung

$$(aA_{n+1} - A_{n+2}) + (aA_{n+3} - A_{n+4}) + (aA_{n+5} - A_{n+6}) + \ldots = \frac{1}{2n+1}\left(nA_n - a\frac{dA_n}{da}\right) \quad . \quad . \quad (1)$$

stattfinden muss. Die in's Unendliche gehende Reihe kann also durch das Glied A_n und seinen Differentialquotienten summirt werden. Eine sehr leichte Verification dieses bemerkenswerthen Resultats ergibt sich, wenn man beispielsweise

$$f(u) = u^{-\frac{1}{2}}$$

setzt, wofür

$$A_n = a^n, \ \frac{dA_n}{da} = na^{n-1}$$

ist und die Gleichung in eine Identität übergeht.

Es ist nicht schwer, auch die Summe der n ersten Glieder der A in ähnlicher Weise auszudrücken. Man braucht zu dem Ende in der Gleichung

$$f(1 - 2ax + a^2) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \ldots$$

nur $x = +1$ und $x = -1$ zu setzen, so führen die beiden hieraus entstehenden Gleichungen

$$f[(1-a)^2] = A_0 + A_1 + A_2 + \ldots$$
$$f[(1+a)^2] = A_0 - A_1 + A_2 - \ldots$$

zu den beiden folgenden

$$A_{2n+1} + A_{2n+3} + A_{2n+5} + \ldots = \frac{f[(1-a)^2] - f[(1+a)^2]}{2} - (A_1 + A_3 + A_5 + \ldots + A_{2n-1})$$

$$A_{2n+1} + A_{2n+4} + A_{2n+6} + \ldots = \frac{f[(1-a)^2] + f[(1+a)^2]}{2} - (A_0 + A_2 + A_4 + \ldots + A_{2n})$$

und es ist nun leicht, aus (1) die Gleichung

$$(A_0 - aA_1) + (A_2 - aA_3) + (A_4 - aA_5) + \ldots + (A_{2n-2} - aA_{2n-1})$$
$$= \frac{1}{2}\left\{(1-a) f_{(1-a)^2} + (1+a) f_{(1+a)^2}\right\} - \frac{1}{4n+1}\left\{(2n+1) A_{2n} + a\frac{dA_{2n}}{da}\right\}$$

abzuleiten. — Diese Gleichung kann aber auch auf dem folgenden Wege erhalten werden. Indem man nämlich, analog wie im vorigen Art. aus

$$A_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} f(1 - 2\,xa + a^2)\, X_n\, dx$$

durch Differentiiren die Formel

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} \frac{df(u)}{da} X_n\, dx$$

ableitet, und bemerkt, dass

$$\frac{df(u)}{da} = \frac{x-a}{a}\frac{df(u)}{dx}$$

so erhält man

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} x X_n \frac{df(u)}{dx}\, dx - \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} X_n \frac{df(u)}{dx}\, dx$$

Im ersten Integral ersetze man $(2n+1)\, x X_n$ durch $n X_{n-1} + (n+1) X_{n+1}$, unterwerfe die ganze rechte Seite der Gleichung der theilweisen Integration und berücksichtige die im Art. 14 bewiesene Gleichung

$$\int_{-1}^{+1} f(x)\,.\,\frac{dX_m}{dx}\, dx = 2\left\{A_{m-1} + A_{m-3} + A_{m-5} + \ldots\right\}$$

so wird man bald zu dem durch die frühere Betrachtung gefundenen Resultate wieder gelangen.

Dieses Resultat aber ist, in gewissem Sinne, einer Verallgemeinerung fähig.

Setzt man nämlich

$$u = \varphi(a) + x\psi(a)$$

wofür

$$\frac{df(u)}{da} = \frac{df(u)}{dx}\left(\frac{\varphi'(a)}{\psi(a)} + x\frac{\psi'(a)}{\psi(a)}\right)$$

und

$$A_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} f[\varphi(a) + x\psi(a)]\, X_n\, dx$$

ist, so kann man offenbar auch schreiben

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2\psi(a)}\int_{-1}^{+1} [\varphi'(a) + x\psi'(a)]\, X_n \frac{df(u)}{dx}\, dx$$

und dieser Gleichung die Form geben

$$\frac{dA_n}{da} = \frac{2n+1}{2}\frac{\varphi'(a)}{\psi(a)}\int_{-1}^{+1} X_n \frac{df(u)}{dx}\, dx + \frac{1}{2}\frac{\psi'(a)}{\psi(a)}\int_{-1}^{+1}[n X_{n-1} + (n+1) X_{n+1}]\frac{df(u)}{dx}\, dx$$

Integrirt man wieder theilweise und verfährt überhaupt ganz analog, wie in den beiden vorhergehenden Art., so wird man finden

$$\begin{aligned}[A_n + A_{n-2} + A_{n-4} + A_{n-6} + \dots]\,\psi'(a) + [A_{n-1} + A_{n-3} + A_{n-5} + A_{n-7} + \dots]\,\varphi'(a) \\ = [\varphi'(a) + \psi'(a)]\, f_{(\varphi(a)+\psi(a))} + (-1)^{n-1}[\varphi'(a) - \psi'(a)]\, f_{(\varphi(a)-\psi(a))} \\ + \frac{2n}{2n+1}\psi'(a)\, A_n - \frac{2\psi(a)}{2n+1}\cdot\frac{dA_n}{da}\end{aligned}$$

Wenn in dieser verallgemeinerten Formel $\varphi(a) = 1 + a^2$ und $\psi(a) = -2a$ ist, so erhält man die oben angegebenen Resultate wieder.

19.

Die Entwickelungscoëfficienten A, von welchen bisher die Rede war, haben noch eine andere Eigenschaft, welche, obgleich sehr nahe liegend, doch nicht bemerkt worden zu sein scheint und interessant genug ist, um in Kürze erwähnt zu werden. — Sind nämlich die Entwickelungen zweier Functionen $\varphi(x)$ und $\psi(x)$ nach Kugelfunctionen gegeben:

$$\varphi(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_n X_n + \dots$$
$$\psi(x) = B_0 X_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n + \dots$$

werden diese beiden Gleichungen mit einander multiplicirt und integrirt man die daraus hervorgehende Gleichung zwischen den Grenzen -1 und $+1$, so ist das Resultat dieser Operationen offenbar in der Gleichung

$$\int_{-1}^{+1}\varphi(x)\,\psi(x)\,dx = \sum_0^\infty A_n B_n \int_{-1}^{+1} X_n^2 dx$$

enthalten. Das rechter Hand allein stehen gebliebene Integral hat $\frac{2}{2n+1}$ zum Werth, so dass sich die ganze rechte Seite auf

$$\sum_0^\infty \frac{2A_n B_n}{2n+1}$$

reducirt. Der hierdurch bewiesene Satz lässt sich also in folgender Weise ausdrücken:

Wenn

$$A_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}\varphi(x)\,X_n dx,\quad B_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1}\psi(x)\,X_n dx$$

gegeben sind, so ist

$$A_0 B_0 + \frac{1}{3}A_1 B_1 + \frac{1}{5}A_2 B_2 + \dots + \frac{1}{2n+1}A_n B_n + \dots = \frac{1}{2}\int_{-1}^{+1}\varphi(x)\,\psi(x)\,dx$$

Dieser auf die Entwickelungen nach Kugelfunctionen sich beziehende Satz ist jenem von Parseval (Mém. présentés T. I. Paris 1805, p. 638), welcher für die nach Potenzen fort-

schreitenden Reihen gilt, ganz analog. Er lässt sich leicht durch die folgenden, sehr einfachen Beispiele verificiren. Setzt man

$$\varphi(x) = \psi(x) = \frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}}$$

so ist

$$A_n = B_n = z^n$$

und

$$\int_{-1}^{+1} \varphi(x)\,\psi(x)\,dx = \frac{1}{z}\log\frac{1+z}{1-z}$$

so dass man die Gleichung erhält

$$1 + \frac{1}{3}z^2 + \frac{1}{5}z^4 + \frac{1}{7}z^6 + \ldots = \frac{1}{2z}\log\frac{1+z}{1-z}$$

welche bekanntlich gilt, so lange $-1 < z < +1$ ist.

Nimmt man an, es sei

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{1+2xz+z^2}} \quad , \quad \psi(x) = \frac{1}{\sqrt{1-2xz+z^2}}$$

so ist

$$A_{2n} = z^{2n} \quad , \quad B_{2n} = +z^{2n}$$
$$A_{2n+1} = z^{2n+1} \quad , \quad B_{2n+1} = -z^{2n+1}$$

und man hat

$$\int_{-1}^{+1} \varphi(x)\,\psi(x)\,dx = \int_{-1}^{+1} \frac{dx}{\sqrt{(1+z^2)^2 - 4z^2x^2}} = \frac{1}{z}\arcsin\frac{2z}{1+z^2}$$

oder also

$$= \frac{2}{z}\,\text{arc tang}\, z$$

Der obige Satz liefert hierfür die Gleichung

$$1 - \frac{1}{3}z^2 + \frac{1}{5}z^4 - \frac{1}{7}z^6 + \ldots = \frac{1}{z}\,\text{arc tang}\, z$$

welche, wie ebenfalls bekannt, richtig ist, so lange $-1 < z < +1$ bleibt.

Endlich sei

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \quad , \quad \psi(x) = \frac{1}{\sqrt{1-2xb+b^2}}$$

Da nun, wie ich fand, allgemein

$$A_{2n} = \pi \cdot \frac{4n+1}{2^{4n+1}} \left[\frac{(n+1)\,(n+2)\ldots 2n}{1\,.\,2\ldots n}\right]^2 \quad , \quad A_{2n+1} = 0$$

also auch

$$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{\pi}{2}\left\{1 + \sum_1^\infty \frac{4n+1}{4^{2n}}\left[\frac{(n+1)\,(n+2)\ldots 2n}{1\,.\,2\,.\,.\,.\,n}\right]^2 .\; X_{2n}\right\}$$

und da

$$B_n = b^n$$

ist, so hat man die Gleichung

$$\int_{-1}^{+1} \frac{dx}{\sqrt{1-2xb+b^2}\,.\,\sqrt{1-x^2}} = \pi\left\{1 + \sum_1^\infty \left[\frac{(n+1)\,(n+2)\ldots 2n}{1\,.\,2\,.\,.\,.\,n}\right]^2 .\left(\frac{b}{4}\right)^{2n}\right\}$$

Indem ich die vorliegende Arbeit hiermit beschliesse, behalte ich mir die Anwendung mancher darin nur im Allgemeinen besprochener Sätze für eine spätere Gelegenheit vor.

THERMISCHE CONSTANTEN

FÜR DIE

BLÜTHE UND FRUCHTREIFE VON 889 PFLANZENARTEN

ABGELEITET

AUS ZEHNJÄHRIGEN IM K. K. BOTANISCHEN GARTEN ZU WIEN ANGESTELLTEN BEOBACHTUNGEN.

VON

KARL FRITSCH,

ADJUNCTEN AN DER K. K. CENTRAL-ANSTALT FÜR METEOROLOGIE ETC., CORRESP. MITGLIED DER K. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 28. NOVEMBER 1861.

Der aufmunternde Beifall, welcher meinem „Kalender der Flora des Horizontes von Prag [1]) zu Theil wurde, bestimmte mich, nach meiner im Jahre 1851 zur Zeit der Gründung der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus erfolgten Übersiedlung nach Wien, hier einen ähnlichen Versuch anzustellen. Ich hatte durch meine frühere Arbeit die Überzeugung erlangt, dass das vorgesetzte Ziel am sichersten und mit den geringsten Opfern an Zeit und Mühe erreichbar ist, wenn die Beobachtungen, aus welchen der Kalender seine Daten zu entnehmen hat, in einem botanischen Garten angestellt werden.

Ich entwarf hiezu einen Plan [2]), nach welchem ich eine Reihe von zehn Jahren hindurch, nämlich in den Jahren 1852 bis einschliesslich 1861 die Beobachtungen im k. k. Universitätsgarten ausführte [3]) — einen Zeitraum hindurch, der mir hinreichend und geeignet schien, mein Ziel zu erreichen.

Dieser Plan hatte eine grössere Ausdehnung, als irgend einer, der in solcher Absicht entworfen worden ist, weil er so viel möglich in jeder Beziehung genügen und für jedes in Österreich und andern Ländern zur Ausführung gekommene Beobachtungsystem Daten zur Vergleichung liefern sollte. Der Plan entsprach insbesondere meinen früheren Arbeiten in Prag, den Ideen und Untersuchungen von Quetelet in Brüssel, Sendtner in München, Göppert und Cohn in Breslau.

[1]) Anhang zum Jännerhefte der Sitzungsberichte der math. naturw. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. 1852.

[2]) Anhang zu den Jahrbüchern der k. k. Central-Anstalt für M. u. E. Jahrgang 1851.

[3]) Die Beobachtungen über annuelle Pflanzen schliessen aber schon mit dem Jahrgang 1857 ab.

Das Verzeichniss der Pflanzen, deren Entwickelung ich beobachten wollte, umfasste demnach alle Arten, so weit sie im hiesigen botanischen Garten vorkamen, welche verzeichnet sind:

1. in meiner Anleitung zur Ausführung von Beobachtungen über die an eine jährliche Periode gebundenen Erscheinungen im Pflanzenreiche[1]);

2. in den „*Instructions pour l'observation de phénomènes périodiques*", von Quetelet in Brüssel[2]);

3. in meinem bereits erwähnten „Kalender der Flora des Horizontes von Prag";

4. in den Bemerkungen von Sendtner in München[3]).

Von den 1600 Arten des Verzeichnisses fanden sich jedoch zu Ende des Jahres 1851 nur 550 im botanischen Garten vor. Durch neue Anpflanzungen vermehrte sich diese Summe im Laufe der Jahre wohl bis zu nahe an 1000 Arten, von welchen jedoch viele schon nach Verlauf des ersten Jahres wieder eingingen, so dass die Zahl der Arten, über welche nach Ablauf von zehn Jahren wenigstens zweijährige Beobachtungen vorlagen, wie es zur Ermittlung des wahrscheinlichen Fehlers der Constanten nothwendig erscheint, wieder nur 889 Arten umfasste.

Von den Phasen der Entwickelung, deren Zeiteintritt so genau als möglich notirt worden ist, sind indess nur folgende während des ganzen zehnjährigen Zeitraumes beibehalten worden.

1. Aus dem Stadium der Belaubung: das erste Sichtbarwerden der oberen Laubblattfläche bei Bäumen und Sträuchen.

2. Aus dem Stadium der Blüthe: die vollständige Entwicklung der ersten Blume.

3. Aus dem Stadium der Fruchtreife: die völlige Reife der ersten Frucht.

4. Aus dem Stadium der Entlaubung: der Abschluss oder jener Moment, zu welchem der Baum oder Strauch aller Laubblätter beraubt ist.

Die Resultate der Beobachtungen, welche sich auf die Belaubung und Entlaubung der Holzpflanzen beziehen und mit dem Jahre 1860, also ein Jahr früher abgeschlossen worden sind, habe ich schon früher veröffentlicht[4]).

Die Gründe, welche mich bestimmten, diese vier Phasen blos beizubehalten, habe ich an andern Orten bereits erörtert[5]).

In den ersten Jahren sind die Beobachtungen an mehreren Individuen oder Gruppen von Individuen derselben Art, wenn auch nur bei einem Theile der sämmtlichen beobachteten Arten angestellt worden, um sowohl den Einfluss der Individualität als des Standortes zu ermitteln. Die in beiden Richtungen gewonnenen Resultate habe ich bereits vor längerer Zeit veröffentlicht[6]).

Von diesen Arten sind in der Folge nur jene Individuen oder Gruppen derselben beibehalten worden, bei welchen gleiche Phasen der Entwickelung am frühesten eintraten. Die Unterschiede in diesem Sinne waren jedoch nur bei wenigen Arten von erheblicher Bedeutung.

Die Blüte ist immer angenommen, wenn die Antheren den Pollen auszustreuen beginnen. Wenn nun auch der Blüthenstaub in vielen Fällen sich der Beobachtung mit dem blossen

---

[1]) Maiheft der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften 1850.

[2]) Academie royale de Bruxelles, tom. IX. Nr. 1 des bulletins.

[3]) Gelehrte Anzeigen der k. Gesellschaft der Wissenschaften in München 1851.

[4]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften der math.-naturw. Classe, XLIII. Band. 1861.

[5]) Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für M. u. E. Jahrgang 1854. Anhang S. 46. Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften, XV. Band: „Über das Gesetz des Einflusses der Temperatur" u. s. w. S. 37 [121]. Wien 1858.

[6]) Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für M. u. E. Jahrgang 1854. Anhang.

Auge entzieht, so erkennt man den Act des Stäubens dennoch in den meisten solchen Fällen an einer Änderung des Colorites der Staubbeutel und der Verringerung des Umfanges, gleichsam an einem Schwinden derselben. Die normale Entwickelung, Ausbreitung und Färbung der Corolle ist in andern Fällen ein Zeichen dieses Actes und wenn die Blumenkrone fehlt, lässt sich an den freien Staubgefässen, da sie in der Blumenkrone dann nicht eingeschlossen sind, die bereits bemerkte Änderung recht gut wahrnehmen. Ähnliches gilt vom Kelche. Ich habe es daher überflüssig gefunden, bei den einzelnen beobachteten Arten die Kennzeichen der Blüthe näher anzugeben.

Anders verhält sich die Sache bei der Fruchtreife. Wenn auch dieselbe im Allgemeinen dann anzunehmen ist, wenn der in der Frucht eingeschlossene Same die Keimfähigkeit erlangt hat, also dann, wenn die Ausstreuung beginnt, so spielt doch auch der Zufall hiebei eine bedeutende Rolle. Auch wird im botanischen Garten aus nahe liegenden Gründen die Ernte des Samens vor der Ausstreuung vorgenommen. Ich fand mich daher bestimmt, als Zeichen der Fruchtreife grösstentheils Erscheinungen anzusehen, welche der Samenausstreuung vorausgehen, aber sich dennoch so nahe als möglich an dieselbe anschliessen. Aus diesem Grunde und weil die Erscheinungen, welche die Fruchtreife einleiten, weniger bekannt und beachtet sind, als jene der Blüthe, hielt ich es für zweckmässig, die Erscheinungen, welche ich als Zeichen der Fruchtreife hielt, bei den einzelnen Arten anzuführen, um der Besorgniss zu entgehen, dass nicht identische Daten verglichen werden könnten [1]).

Die Zahl der Pflanzenarten, welche zu Ende des Sommers oder im Herbste zum zweiten Male in demselben Jahre Blüthen entwickeln, ist bedeutender, als man gewöhnlich glaubt, da dies bisher nur von wenigen Arten nachgewiesen worden ist. Gleichwohl sind es nur wenige, bei welchen die Erscheinung alljährlich stattfindet, und auch bei diesen ist die Blüthen-Entwickelung in der Regel eine so spärliche, dass eine Phasenbestimmung wohl nicht leicht vorgenommen werden kann. Ich habe daher bei den einzelnen Arten nur im Allgemeinen den Zeitraum angeführt, in welchem sich diese zweiten Blüthen einzustellen pflegen. Ja gerade diese sparsame Blüthe ist das charakteristische Merkmal der zweiten Blüthenperiode, da es nicht wenige Arten gibt, welche lange, nachdem der jährliche Cyklus der Flora als abgeschlossen angesehen werden kann, nämlich bereits in der zweiten Herbsthälfte, zur Blüthe gelangen und eine Blüthenfülle enthalten, wie andere im Frühjahre und Sommer, wie z. B. *Helleborus niger*, viele *Crocus*-Arten, *Colchicum autumnale*, *Ulex europaeus*. Da bei diesen die Blüthenperiode nicht selten unterbrochen wird, so stellt sich dann auch eine zweite Blüthenperiode im Frühjahre ein, also zu einer Zeit, in welcher die überwiegende Anzahl die erste Periode beginnt.

Nachdem ich neuerdings viele vergebliche Versuche anstellte, in die klimatischen Constanten die Feuchtigkeit einzuführen, welche neben der Temperatur in dem Processe der Vegetation eine so grosse Rolle spielt, bin ich zur Überzeugung gelangt, dass fast Alles auf die Feuchtigkeit des Bodens, viel weniger auf jene der Luft ankommt, über welche allein nur die Beobachtungen angestellt werden. Über die Bodenfeuchtigkeit, wie zu wünschen ist, eben so regelmässige Aufzeichnungen zu sammeln, scheint mir kaum möglich zu sein.

Wenn aber die normal entwickelte Pflanze zur Blüthe und Fruchtreife gelangt, ist ihr gewiss die genügende Menge Bodenfeuchtigkeit zu Theil geworden. Eine grössere Menge, als

---

[1]) Man sehe über diesen Gegenstand: Instruction für phänologische Beobachtungen aus dem Pflanzen- und Thierreiche. Sitzungsberichte, XXXVII. Band, S. 615 ff. 1859.

hiezu erforderlich ist, stört in der Regel weit weniger den Entwickelungsgang als eine geringere. Gewiss sind aber im letzteren Falle die Blüthen und Früchte nur kümmerlich entwickelt und stellen sich auffallend später ein, als gewöhnlich. Beobachtet man also die Vorsicht, im Journale immer zu bemerken, ob die Blüthe und Früchte normal entwickelt waren, so kann man bei der Berechnung der Constanten jene Jahre ausschliessen, an welchen dies nicht der Fall war. Die klimatischen Constanten gelten dann in der Voraussetzung einer genügenden Menge von Bodenfeuchtigkeit. Eine scharfe Grenze lässt sich freilich nicht ziehen und man wird sich begnügen müssen, Jahre mit auffallend grossen Anomalien auszuschliessen.

Ich halte mich immer mehr und mehr für überzeugt, dass die Annahme von Boussingault, die Temperatursumme, welche eine Pflanze zur Blüthe und Fruchtreife bedarf, sei constant, der Wahrheit sehr nahe liege und vor anderen, welche ihr folgten, den Vorzug verdiene, wie ich es bereits vor einigen Jahren auf eine überzeugende Weise nachgewiesen zu haben glaube[1]). Bei annuellen Pflanzen kann man über den Zeitpunkt, von welchem man bei der Berechnung der Temperatursummen auszugehen habe, nicht in Zweifel sein. Es ist das Datum der Saat. Anders verhält sich die Sache bei den perennirenden Pflanzen, hier lässt sich keine Erscheinung ermitteln, welche man der Saat als äquivalent annehmen könnte. Die Bildung der Knospen, welche die Stelle des Samens vertreten, ist eine so unmerkliche und allmähliche, dass man sich vergebens abmühen wird den Moment zu ermitteln, zu welchem dieselbe begonnen hat. Aber auch angenommen, es wäre dies möglich, so consumiren die meisten Pflanzen zur vollständigen Entwickelung der Knospe, welche auch in dieser Phase denn doch nur ein Embrio der zu bildenden Pflanze darstellt, eine grössere Wärmesumme, als zur Entwickelung der Pflanze von da bis zur Blüthe, und dennoch findet man den Zeitpunkt der letzteren in weit geringerer Abhängigkeit von der ersteren, als von jener, welche von dem Zeitpunkte der vollendeten Knospe bis zur Blüthe consumirt worden ist. Der Moment der vollständigen Knospenausbildung ist aber wieder keiner genauen Bestimmung fähig. Es sind dies Fragen, deren Lösung für jene Erdstriche von Wichtigkeit ist, in welchen der jährliche Vegetations-Cyklus durch die winterliche Ruhe, nicht wie in unseren Gegenden, einen Abschluss erhält, sondern sich gleichsam ohne Ende fortzieht.

Wir müssen daher bei der Berechnung der Temperatursummen nothwendig von dieser Periode der winterlichen Ruhe ausgehen. Diese wird aber nur durch den Temperaturgrad bestimmt. Es liegt daher nahe, jene Epoche als Anfangspunkt der Zählung zu nehmen, in welcher die mittlere Temperatur des Tages auf ihr Minimum während der jährlichen periodischen Änderung herabsinkt. Dies ist in den ersten Tagen des Jänner der Fall. Da aber die meteorologischen Beobachtungen für ganze Monate berechnet zu werden pflegen, so ist es vortheilhaft, diesen Zeitpunkt auf den ersten Jänner zu verlegen.

Dieser Zeitpunkt stimmt auch mit der Erfahrung überein. Man hat noch nie bemerkt und in den wärmsten Wintern nicht, dass Pflanzen, welche die ersten sind, die im Frühjahre blühen, sich früher als im Jänner mit Blüthen eingestellt hätten, wie man dies in dem beispiellos warmen Winter 1833/4 sehen konnte.

Nicht wenige Pflanzen überwintern in einem weit fortgeschrittenen Stadium der Entwickelung, wie dies bei allen der Fall ist, bei welchen man im Winter Rosetten grüner Wurzel-

---

[1]) Über das Gesetz des Einflusses der Temperatur u. s. w. im XV. Bande der Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1858.

blätter antrifft. Hierher gehören insbesondere alle zweijährigen Pflanzen. Berechnet man für diese die Temperatursummen vom 1. Jänner, so gelten sie nur für einen Theil der Entwickelungsperiode und sind demnach mit jenen solcher Pflanzen, welche als Knospe oder Samen überwintern, nicht vergleichbar. Es dürfte daher zweckmässig sein, die zweijährigen Pflanzen den annuellen gleich zu halten und für beide die Zählung vom Zeitpunkte der Samenausstreuung zu beginnen. Da ich den letzteren nicht notirte, so erübrigte mir diesmal ebenfalls nichts anderes, als vom 1. Jänner auszugehen.

Wenn es auch bisher nicht gelungen ist, für einzelne Pflanzenarten die Temperaturen zu bestimmen, bei welchen ihre Entwickelung nach Ablauf des Winters beginnt, so steht doch so viel fest, dass bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkte der Vegetationsprocess bei allen Arten ohne Ausnahme still steht. Quetelet in Brüssel[1]) und Lachmann in Braunschweig[2]), von welchen bisher allein grössere Reihen thermischer Constanten bekannt geworden sind, rechnen daher die Temperatursummen von dem Tage im Frühjahre, an welchem sich die Lufttemperatur über den Gefrierpunkt erhoben hat. Geht man von vieljährigen Tagesmitteln aus und berechnet die Temperatursummen für jede Entwickelungsphase einer Pflanzenart blos einmal, nämlich für die mittlere mehrjährige Epoche, dann kann über den Tag, von welchem die Rechnung zu beginnen hat, kein Zweifel obwalten. Der Übergang von negativen zu positiven Tagesmitteln findet unter dieser Voraussetzung nur einmal statt. Anders verhält sich die Sache, wenn man die thermischen Constanten für jeden Jahrgang besonders berechnet. Selten nur wird sich ein Jahrgang finden, in welchem sich die Lufttemperatur an einem Tage bleibend über den Gefrierpunkt erhebt, sondern es werden vielmehr gewöhnlich Rückfälle von Kälte stattfinden. Ja es kann sogar geschehen, dass manche Pflanzenarten bereits zur Blüthe gelangt sind, bevor die bleibende Erhebung der Temperatur über den Gefrierpunkt statt hat. Man sieht daher den Vortheil ein, von einem fixen Zeitpunkte, wie ich es gethan habe, auszugehen, wenn man nur jene Tage berücksichtigen soll, an welchen die mittlere Temperatur über den Gefrierpunkt steigt. Im Grunde stimme ich darin mit Quetelet überein, welcher die vorübergehenden Einflüsse der Temperatur, welche vor dem dauernden Erwachen der Pflanze aus dem Winterschlafe sich geltend machen, ebenfalls in Rechnung bringt[3]).

In früherer Zeit huldigte man der Ansicht, dass die Blüthe und Fruchtreife der verschiedenen Pflanzenarten an den Eintritt eines bestimmten Temperaturgrades, der für jede Art ein anderer ist, gebunden sei. Um auch dieser Ansicht gerecht zu werden, habe ich bei jeder Art das mittlere Maximum und Minimum der Temperatur des Tages angesetzt, an welchem im Mittel aus allen Beobachtungen die Blüthe oder Fruchtreife stattfindet. Diese Temperaturen weichen in verschiedenen Jahren ziemlich bedeutend von einander ab, so dass man entweder zu der Annahme genöthigt ist, die Phasen der Entwickelung seien an keine bestimmte Temperatur gebunden oder es trete wenigstens die durch eine höhere Temperatur eingeleitete Entwickelungsphase erst einen oder einige Tage später ein, und falle daher zufällig auf einen Tag, an welchem sich inzwischen eine tiefere Temperatur eingestellt hatte.

Ich glaube demungeachtet, dass die Combination der täglichen Temperatur-Extreme über die klimatischen Bedürfnisse der Pflanze zur Zeit der Blüthe und Fruchtreife manches

---

[1]) Sur le Climat de la Belgique. Chapitre IV.

[2]) Die Entwickelung der Vegetation durch die Wärme u. s. w. im 33. Jahresberichte der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau (1855), S. 32 u. s. w.

[3]) Sur le Climat de Belgique. Chapitre IV.

Licht zu verbreiten geeignet ist, davon abgesehen, dass sie das letzte Glied einer Reihe von Einflüssen auf den Entwickelungsgang darstellt, welche mit dem Erheben der Temperatur über den Gefrierpunkt, also mit Null beginnt.

Der Nutzen solcher thermischen Constanten, wie ich sie in dem folgenden Register mittheile, ist einleuchtend. Für die Bedürfnisse des praktischen Lebens sind freilich nur jene von Werth, die Pflanzen betreffen, welche für landwirthschaftliche oder industrielle Zwecke cultivirt werden. Die Pflanzen-Klimatologie und die mit ihr innig verwandte Pflanzen-Geographie erhalten aber durch dieselben die erste sichere Grundlage. Man kann, falls die klimatischen Verhältnisse eines Landes, einer Gegend oder Höhenzone bekannt sind, mit Bestimmtheit angeben, welche Pflanzen hier gedeihen können und welche nicht. Wo die Kenntniss der klimatischen Verhältnisse abgeht, kann man sie wieder durch die Bestimmung der Entwickelungszeiten jener Pflanzen erlangen, von welchen die klimatischen Constanten bereits bekannt sind.

Auf eine genaue Vergleichbarkeit der von verschiedenen Forschern an verschiedenen Orten gefundenen Constanten ist freilich erst dann zu rechnen, wenn man dahin gelangt sein wird, dieselbe Methode der Beobachtung und Berechnung allgemein angenommen zu haben und zugleich im Stande sein wird, den Einfluss jener Factoren, welche neben der Temperatur wirksam sind, in Rechnung zu bringen.

Der mittlere Fehler der von mir ausgemittelten Temperatursummen beträgt freilich in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur einige wenige Percente. Es ist aber nicht zu übersehen, dass dieses günstige Ergebniss nur erlangt worden ist, indem eine ziemliche Reihe von Jahren hindurch dieselben Pflanzen an einem unveränderten Standorte beobachtet worden sind.

Ich habe mich vielfältig überzeugt, dass die Bäume und Sträuche im botanischen Garten genau um dieselbe Zeit blühen, wie im Freien. Bei den krautartigen Pflanzen ist dies weniger der Fall. Indess sind nur bei wenigen die Abweichungen bedeutend, und wenn dies der Fall ist, angeführt. Eine endgiltige Vergleichung kann erst vorgenommen werden, bis die Beobachtungen abgeschlossen sein werden, welche ich seit dem Jahre 1855 im Gebiete der Flora der Umgebung Wiens ohne Unterbrechung anstellte und noch einige Jahre fortzusetzen gedenke.

Wichtiger noch scheint der Umstand, dass die Thermometerbeobachtungen nicht an Ort und Stelle vorgenommen werden, sondern nur die an der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie ausgeführten verwendet werden konnten, wo das Thermometer in einer Höhe von 50 Pariser Fuss der freien Luft ausgesetzt ist. Dass die täglichen Variationen der Temperatur besonders in den untersten Schichten der Atmosphäre ziemlich schnell mit der Erhebung über den Boden abnehmen, wusste man schon lange. Dass aber auch die mittlere Temperatur der einzelnen Tage, Monate und selbst des ganzen Jahres in den untersten, der Erdoberfläche nahen Luftschichten schon bei geringen Höhenunterschieden ziemlich beträchtlich afficirt werde, ist in neuester Zeit durch die schönen Untersuchungen von Prestel in Emden nachgewiesen worden[1]). Dieselben veranlassten auch bei der k. k. Central-Anstalt die Aufstellung von Thermometern in fünf verschiedenen Etagen, wo sie seit dem Monate April 1861 täglich einige Male abgelesen werden. Indem ich dieses schreibe, ist bereits ein siebenmonatlicher Zeitraum verflossen,

---

[1]) Sitzb. der kais. Akademie der Wissenschaften XXXV. Band.

der also so ziemlich jenen Theil des Jahres umfasst, welcher hier am meisten zu berücksichtigen ist. Es hat sich zum Glück herausgestellt, dass an unserem Observatorium die Änderungen der mittleren Temperatur mit der Höhe des Thermometers über dem Boden weit weniger beträchtlich sind als in Emden und höchstens einige Zehntheile eines Grades betragen. Wohl ist die mittlere Temperatur in der Luftschichte zwischen der ersten und zweiten Etage des Hauses am höchsten, aber in der vierten Etage, wo die regelmässigen Beobachtungen die ganze Reihe von Jahren hindurch angestellt worden sind, ist die mittlere Temperatur bereits wieder um nahe so viel geringer, als sie in den untersten Schichten bis zu der bemerkten Höhe zugenommen hat. Da überdies das erste Thermometer nicht an der Erdoberfläche selbst, sondern erst in einer Höhe von 9 Fuss über derselben aufgestellt werden konnte, so lässt sich auch kein endgiltiges Urtheil fällen; es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass die Correctionen, welche sich in der Folge als nothwendig herausstellen sollten, an die Constanten werden anbringen lassen.

Der Fehler des Thermometers ist bereits in Rechnung gebracht und wie folgt angenommen, welche Correctionen, da die Prüfung der Thermometer nicht alljährlich stattfand, in einigen Jahren durch Interpolation bestimmt sind.

1852	0°0	1857	—0°3
3	—0·1	8	—0·3
4	—0·2	9	—0·4
5	—0·2	60	—0·4
6	—0·3	1	0·0[1]).

So kleinlich diese Correction bei Untersuchungen wie die vorliegende erscheinen mag, eben so bedeutend wird sie bei fortlaufender Summirung, ist also vorzugsweise für den ersten Theil der Constanten von Bedeutung.

Auf die Beobachtungszeiten kommt aus dieser Rücksicht ebenfalls vieles an. Es ist daher nothwendig zu bemerken, dass die Tagesmittel, aus welchen die Temperatursummen gerechnet sind, den Aufzeichnungen um 6 Uhr Morgens und 2 dann 10 Uhr Abends ohne weitere Correction entnommen sind.

Der mittlere Fehler der mittleren Zeitepoche der Blüthe und Fruchtreife sowohl, als der mittleren Temperatursummen und Tagesextreme der Temperatur ist nach der bekannten Methode der grössten und kleinsten Quadrate gerechnet und mit den entsprechenden Daten durch das Zeichen ± verbunden. Bei den Epochen ist derselbe in ganzen Tagen, bei den Temperaturen in Graden und deren Decimalien ausgedrückt. Es wurden nämlich die Abweichungen von dem Mittel in den einzelnen Jahren als Fehler behandelt, ins Quadrat erhoben, summirt und durch n (n—1), wo n die Zahl der Jahre oder Beobachtungen bedeutet, dividirt; die zweite Wurzel des Quotienten war sodann die gesuchte Grösse, welche demnach den mittleren Fehler ausdrückt. Um den wahrscheinlichen Fehler zu erhalten, müsste man sie mit der bekannten Constante 0·6745 multipliciren, was ich, um die Rechnung nicht weitwendiger zu machen, unterlassen habe. Wenn keine grosse Genauigkeit erforderlich ist, wird man sich begnügen können, den mittleren Fehler mit 0·7 zu multipliciren, um den wahrscheinlichen zu erhalten.

Bei den Entwickelungsepochen ist dieser Fehler von den Epochen des Jahres unabhängig, bei den Temperaturen hingegen steigt und fällt er mit der Grösse der Summen und

[1]) Weil die Beobachtungen corrigirt eingetragen worden sind.

den Höhen der Temperatur. Die Fehler sind daher hier nur vergleichbar, wenn man sie in Percenten der Summen oder Höhen ausdrückt.

Da aller Wahrscheinlichkeit nach die Botaniker von meinen Constanten mehr Anwendung machen werden, als die Meteorologen, indem dieselben ein charakteristisches Merkmal mehr zu der oft schwierigen Unterscheidung der Arten abgeben, so habe ich die Pflanzen nach Endlicher's natürlichen Systeme geordnet, welches in Österreich allgemeine Anerkennung gefunden hat und desshalb die Reihenfolge, welche dieses System an die Hand gibt, einer chronologischen oder alphabetischen vorgezogen, welche den in die Botanik minder Eingeweihten mehr entsprochen hätten. Der alphabetischen Ordnung ist durch einen am Schluss beigefügten Index entsprochen worden.

Wohl wäre die chronologische Reihung der Pflanzen für jene, welche sich mit ähnlichen Beobachtungen befassen von Vortheil. Der Floren - Kalender, welcher aus einer solchen Reihung hervorgeht, ist aber nur dann von Werth, wenn er sich auf ein bestimmtes, natürliches Florengebiet bezieht und wird daher das Ziel der Beobachtungen bleiben, welche seit dem Jahre 1855 in der Umgebung Wiens angestellt wurden, bis der Zeitpunkt zu ihrem Abschlusse gekommen sein wird.

Die Temperatur-Constanten, deren Ermittlung der nächste Zweck meiner Arbeit war, würden wieder eine eigene Reihenfolge (oder eigentlich drei verschiedene) in Anspruch nehmen, da die Summen und Extreme nicht durchgehends übereinstimmen, wenn eine solche Übereinstimmung auch rücksichtlich der Epochen stattfindet, wie es in dem Falle sein müsste, wenn die Beobachtungen bei allen Pflanzen denselben Zeitraum umfassen würden und ohne Lücken wären. Theils haben aber die Beobachtungen in verschiedenen Jahren begonnen, theils geendet, weil die Pflanzen entweder später als im Jahre 1852 gepflanzt, oder früher als mit dem Jahre 1861, in welchem die Beobachtungen abschliessen, eingegangen sind.

Von den Arten, an welchen die Beobachtungen in den ersten Jahren begannen, ist eine beträchtliche Anzahl im Laufe der folgenden Jahre eingegangen. Die Spätfröste im Frühjahre und die fasst alljährlich im Sommer oder Herbste, selten früher, einige Wochen hindurch sich einstellende Dürre sind offenbar die Ursache davon. Durch die Spätfröste scheinen vorzüglich die Bäume und Sträuche zu leiden. Der sandige und schotterige Boden behält die durch die atmosphärischen Niederschläge erhaltene Feuchtigkeit nur kurze Zeit, wozu die immerwährenden Winde nicht wenig beitragen. Diese Verhältnisse sind nur den Arten jener Familien zusagend, welche im Freien auf sandigen oder felsigen Boden vorkommen, wie z. B. die Familie der Labiaten. Die Compositen, deren Blüthe meistens in den Sommer oder Herbst fällt, überstehen zwar alle diese Calamitäten, sie entwickeln sich aber nur kümmerlich und gelangen nicht immer zur Blüthe. Da die Zeit der Dürre die Periode der Fruchtbildung ist, so kommen die Samen bei den wenigsten Pflanzen zur vollkommenen Ausbildung.

Die Mittel, welche zur Verfügung stehen, reichen blos für eine Abtheilung des Gartens aus, um den verderblichen Wirkungen der Dürre zu begegnen. Es ist jene, welche dem obligaten Studium gewidmet ist. Hier wird durch fleissiges Begiessen die Entwicklung der Pflanzen unterhalten, ich habe daher die Arten, welche hier vorkommen mit einem * bezeichnet. Eine ähnliche Pflege wird nur den wenigen übrigen Annuellen zu Theil, welche in dem folgenden Verzeichnisse enthalten sind.

Die Abkürzungen, welche angewendet sind und ihre Bedeutung ist die folgende. Es ist bezeichnet mit

S der Tag der Saat der einjährigen Pflanzen ⊙
B_0 „ „ „ ersten Blüthe,
F_0 „ „ „ „ reifen Frucht.
Σt Die normale Summe der mittleren täglichen Temperaturen über dem Gefrierpunkte vom 1. Jänner bis zum Tage der Blüthe oder Fruchtreife mit dem mittleren Fehler.

Max. Das normale Maximum der Temperatur am Tage der Blüthe oder Fruchtreife, mit dem mittleren Fehler.

Min. Das normale Minimum desselben Tages mit dem mittleren Fehler.

Die im botanischen Garten gebräuchliche Nomenclatur ist bei allen Arten beibehalten.

Es wird nicht überflüssig sein, die Normalmittel jener meteorologischen Elemente anzuschliessen, welche bei der Entwickelung der Pflanzen die grösste Rolle spielen. Wenn die thermischen Constanten für alle Pflanzenarten aus den Beobachtungen derselben Jahresreihe hätten gerechnet werden können, wäre es wohl am zweckmässigsten gewesen, die Normalmittel für diesen Zeitraum zu berechnen. Da die Combination der Beobachtungsjahre während des zehnjährigen Zeitraumes 1852—1861 aber eine sehr mannigfaltige ist und die thermischen Constanten mit wenigen Ausnahmen als normale, also genaue Mittelwerthe, angesehen werden können, so füge ich von den meteorologischen Daten die Normalmittel bei, welche ich aus den Beobachtungen eines längeren als zehnjährigen Zeitraumes bei einer andern Gelegenheit abgeleitet habe.

Mittlere Temperatur[1]) nach den Beobachtungen in den Jahren 1775—1850, auf wahre Mittel reducirt.

Jänner....	— 1°38 R.	Mai	+12°67 R.	September	+13°06 R.
Februar...	+ 0·53	Juni......	+15·19	October...	+ 8·29
März	+ 3·46	Juli	+16·65	November .	+ 3·60
April	+ 8·21	August....	+16·26	December .	+ 0·38
		Jahr	+8°08		

Mittlere tägliche Extreme der Temperatur[2]) nach dem Max.-Min.-Thermometer und den Beobachtungen von 1829—1850:

	Max.	Min.		Max.	Min.
Jänner....	+ 4°68	— 0°12	Juli	+20°22	+11°94
Februar...	+ 3·11	— 2·82	August ...	+19·90	+11·41
März	+ 6·17	— 0·41	September.	+16·78	+ 8·59
April	+12·78	+ 3·89	October...	+11·38	+ 4·66
Mai	+16·96	+ 8·04	November .	+ 5·66	+ 0·67
Juni......	+19·46	+11·03	December .	+ 2·67	— 1·85

Mittlere monatliche Extreme der Temperatur[3]) nach dem Max. - Min. - Thermometer, beobachtet von 1829—1850.

	Max.	Min.		Max.	Min.
Jänner....	+ 7°43	—11°65	Juli	+26°58	+8°13
Februar ..	+ 9·84	— 9·65	August ...	+25·33	+7·65
März	+13·56	— 5·71	September	+21·96	+3·77
April	+18·78	— 1·81	October...	+17·24	—0·45
Mai	+22·41	+ 2·91	November .	+11·64	—4·70
Juni......	+25·73	+ 6·80	December .	+ 8·36	—9·36

1) Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für M. u. E. 1. Band, S. 47.
2) Ebendort S. 55.
3) Ebendort S. 53.

Jährliche Extreme aus derselben Beobachtungsreihe.

Max.	Min.
+27°75	—13°51

Mittlere monatliche Summen des Niederschlages in Pariser Linien [1]).

Jänner	17'''51	Juli	28'''40
Februar	14·22	August......	31·29
März	14·05	September ...	18·28
April	16·93	October	18·25
Mai.........	23·36	November ...	18·58
Juni	30·59	December ...	15·50.

Jahressumme

246'''37 = 20'53.

Die Beobachtungen, deren Resultate in dem folgenden Register enthalten sind, wurden bis einschliesslich zum Jahre 1857 im Anhange zu den Jahrbüchern der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus publicirt. Die vier letzten Jahrgänge sehen gegenwärtig (am 14. November 1861) einer ähnlichen Veröffentlichung noch entgegen. Es sind verhältnissmässig nur wenige der publicirten Beobachtungen, welche bei der Berechnung der Constanten ausgeschlossen werden mussten, weil sie kein Vertrauen verdienten. Zeigten die Temperatursummen der einzelnen Jahre keinen auffallenden Sprung in einem einzelnen Jahre, so sind alle Aufzeichungen berücksichtigt, wenn auch die äussersten Glieder der Summen in den einzelnen Jahren auffallend differirten. Gesetzt, die Temperatursummen, welche man nach den Zeiten der Blüthe erhält, wären für eine Pflanze gewesen, wie es bei *Leonurus Cardiaca* in der That der Fall war

1852	834°8	1857	804°3
1853	809·9	1858	820·0
1854	775·8	1859	1158·7
1855	830·0	1860	896·2
1856	868·9	1861	917·7

so schloss ich den Jahrgang 1859 von der Berechnung aus und berechnete die mittlere Constante nur aus den Beobachtungen der übrigen Jahre, dieses Verfahren dürfte um so mehr gerechtfertigt erscheinen, als ich in meinem Tagebuche vom Jahre 1859 bemerkt finde, dass die Pflanze dem Eingehen nahe war und sich nur kümmerlich entwickelte.

Ich habe aber selbst excessive Temperatursummen in dem Falle nicht ausgeschlossen, wenn sie wenigstens in zwei Jahren vorkamen, falls sie nur nicht allzu sehr unter sich selbst differirten und die Summen anderer Jahre Übergänge bildeten. Als Beispiel mögen die Temperatursummen von *Aconitum Lycoctonum* gelten. Es waren dieselben [2]):

1852	—	1857	758·6
1853	1103·5	1858	955·8
1854	1047·8	1859	—
1855	795·0	1860	1148·5
1856	827·3	1861	986·4.

Obgleich hier der Fehler des Resultates ziemlich beträchtlich ist, schloss ich dennoch keinen Jahrgang aus, da die Temperatursummen von 758·6 bis 1148·5 Übergänge zeigen. Zum Glück

[1]) Aus den Beobachtungen der k. k. Sternwarte von den Jahren 1841 — 1856 abgeleitet und auf die Erdoberfläche reducirt.

[2]) In den Jahren, wo das Zeichen — ist, fehlen die Beobachtungen.

zeigten die Summen nur in seltenen Fällen eine so geringe Übereinstimmung, welche in dem angegebenen Falle davon herzurühren scheint, dass in verschiedenen Jahren nicht dieselbe Pflanze beobachtet worden ist.

Um die Abhängigkeit der Blüthezeiten von den Temperatursummen besser übersehen zu können, habe ich dieselbe für jene Arten der beobachteten Bäume, von welchen vollständige zehnjährige Beobachtungen vorliegen, graphisch dargestellt. Auf einem rechtwinkligen Coordinatensysteme, in welchem die einzelnen Jahrgänge die Abscissen, die vom ersten Jänner fortlaufenden Tage die Ordinaten bilden, habe ich einerseits jene Tage verbunden, an welchen eine Pflanzenart blühte, andererseits wieder jene Tage, an welchen die vom Anfang des Jahres gezählten Temperatursummen gleich waren, in Abstufungen von 50 zu 50 Grad. Betrachtet man nun die Linien, welche die Blüthezeit für die einzelnen Arten darstellen und vergleicht man dieselben mit den zunächst liegenden Linien gleicher Temperatursummen, so wird man mit geringen Ausnahmen eine befriedigende Übereinstimmung finden. Es kommen wohl mitunter beträchtliche Abweichungen vor, dieselben haben aber in Störungen den Grund, welchen der Entwickelungsgang der Pflanzen durch Krankheit, Beschädigung, den verderblichen Einfluss der Spätfröste u. dgl. erlitt.

Mit der befriedigenden Übereinstimmung der Linien gleicher Temperatursummen mit den Linien gleicher Phasen der Blüthe stehen auch die folgenden Ergebnisse im Einklange. Man findet nämlich nach einer beiläufigen Berechnung, die jedoch jede Willkürlichkeit zu Gunsten des Ergebnisses ausschloss, den wahrscheinlichen Fehler[1]), für die Zeit der Blüthe bei

27 Percent der beobachteten Pflanzen nur ± 1 Tag
69 „ „ „ „ ± 2 „

und ist nur bei dem Reste grösser.

Der wahrscheinliche Fehler der Constante für die Temperatursumme, deren die Pflanze zur Blüthe bedarf, bei

6 Percent der beobachteten Pflanzenarten ± 1 Percent
68 „ „ „ „ ± 2 „
23 „ „ „ „ ± 3 „

und nur bei dem Reste grösser.

Für die Fruchtreife sind diese Grössen folgende:

10 Percent	± 1 Tag	30 Percent	± 1 Percent
84 „	± 2 „	62 „	± 2 „

der Rest grösser.

Nach diesen Ergebnissen wird man wohl nicht anstehen, meine Methode, die thermischen Constanten der Pflanzen zu bestimmen, als eine der Wahrheit nahe kommende anzuerkennen.

[1]) Der mittlere ist mit dem Näherungswerth 0·7 auf den wahrscheinlichen reducirt, in dem folgenden Register aber nur der erstere ersichtlich.

THERMISCHE CONSTANTEN.

(Therm. Réaumur.)

I. Gramineae.

Der Standort ist für die perennirenden Gräser übereinstimmend derselbe — auf einer horizontalen sonnigen Ebene, am südlichen Ende des botanischen Gartens, jedoch erst seit dem Jahre 1853. Sie sind in Betten an den Wegrändern einer Wiese gepflanzt. Die Vegetation der letzteren überwuchert nicht selten, besonders im Sommer diese Bette, erstickt die cultivirten Pflanzen und beeinträchtigt so die Beobachtung.

Vom Jahre 1852 zurück standen die perennirenden Gräser in einer Zeile des äusseren Randes der Allee, welche am östlichen Saume des Gartens sich hinzieht, daher theilweise unter Bäumen und fristeten nur kümmerlich ihr Dasein.

Die annuellen Gräser, von denen nur Nutzpflanzen beobachtet worden sind, befinden sich in der Studien-Abtheilung am nördlichen Ende des Gartens. Das Terrain ist sonnig und im Allgemeinen sanft gegen Norden geneigt.

Die Beobachtung der Blüthe bietet bei allen Gräsern, fast ohne Ausnahme, keine besonderen Schwierigkeiten, die Zeit der Blüthe ist daher genau zu bestimmen und durch das Hervortreten der Staubgefässe oder Griffel aus den Hüll- und Blüthenspelzen bezeichnet. Das Stäuben der Antheren ist auch nicht selten deutlich sichtbar. Viel weniger sicher lässt sich die Fruchtreife beobachten, welche nur allmählich stattfindet und nur selten von besonderen Erscheinungen, deren Eintritt genau bestimmbar ist, markirt wird, indem nicht selten die Früchte mit den Blüthenspelzen verwachsen sind und die Samenausstreuung nicht regelmässig stattfindet. Ein allgemeines Merkmal ist wohl die Entfärbung in Folge des Vertrocknens der Halme und Blüthenstände, welches aber wieder nicht selten ohne oder doch wenigstens bei verkümmerter Fruchtbildung stattfindet.

1.* *Zea Mays* L. ⊙ $S = 29.$ Apr. $\pm$ 4.

$B_0 = 20.$ Juli ± 10 $\Sigma t = 1082^{\circ}9 \pm 27{\cdot}6$ Max. $21^{\circ}8 \pm 1{\cdot}6$ Min. $12^{\circ}6 \pm 0{\cdot}4$ 3 — 6. J.[1])

Der Mais wird in der unmittelbaren Nähe Wiens gebaut, scheint aber nie oder doch nur selten die Früchte zur Reife zu bringen. Die Ursache liegt offenbar nicht in den Temperaturverhältnissen, sondern in der geringen Ausgiebigkeit des Sommerregens, da die Maisstauden fast alljährlich vertrocknen, ehe die Früchte zur Reife gelangen.

Die Blüthezeit ist nach der Entwickelung der männlichen Blüthe bestimmt.

2. *Alopecurus pratensis* L.

$B_0 = 5.$ Mai ± 3 $\Sigma t = 425^{\circ}5 \pm 7{\cdot}3$ Max. $16^{\circ}8 \pm 0{\cdot}5$ Min. $6^{\circ}6 \pm 2{\cdot}2$ 3. J.

Vertrocknete fast immer vor der Samenreife und ging endlich ein, weil der Standort kein normaler, nämlich keine Wiese ist. Auf die Zeit der Blüthe scheint dieser Umstand nicht von erheblichem Einflusse zu sein.

---

1) 3. J. für Σt. 6. J. für Max. + Min.

3. *Phleum pratense* L. *var. nodosum.*

F_0 = 19. Juni ± 2 Σt = 981°4 ± 43·5 Max. 21°6 ± 2·0 Min. 11°3 ± 1·0 6. J.

B_0 = 28. Juli ± 5 „ = 1595·2 ± 118·1 „ 23·5 ± 1·4 „ 13·5 ± 0·5 6. „

Die Bestimmung der Fruchtreife ist hier noch ziemlich unsicher. Die Zeit der Blüthe scheint dieselbe wie im Freien zu sein, weil zu dieser die Feuchtigkeit des Bodens im botanischen Garten noch ausreichend ist.

4. *Phalaris arundinacea* L.

B_0 = 10. Juni ± 1 Σt = 824°4 ± 29·4 Max. 20°2 ± 3·6 Min. 10°4 ± 1·6 2. J.

F_0 = 2. Juli ± 2 „ = 1143·3 ± 52·0 „ 21·0 ± 1·0 „ 10·0 ± 0·4 2. „

Diese Pflanze, welche gewöhnlich an den Ufern von stehenden und fliessenden Gewässern vorkommt, konnte sich natürlich auf dem trockenen Boden im botanischen Garten nicht erhalten und ging schon nach zwei Jahren ein. Dennoch ist die Zeit der Blüthe nahe übereinstimmend dieselbe.

5. *Holcus lanatus* L.

B_0 = 8. Juni ± 3 Σt = 812°3 ± 21·5 Max. 20°2 ± 0·6 Min. 10°8 ± 1·1 6. J.

F_0 = 28. „ ± 4 „ = 1111·3 ± 41·8 „ 20·2 ± 2·2 „ 11·9 ± 1·3 5. „

6. *Holcus mollis* L.

B_0 = 2. Juli ± 1 Σt = 1144°5 ± 26·7 Max. 20°7 ± 0·5 Min. 11°0 ± 0·3 3. J.

7. *Anthoxanthum odoratum* L.

B_0 = 15. Mai ± 3 Σt = 478°9 ± 15·5 Max. 16°1 ± 1·0 Min. 6°6 ± 1·2 5. J.

F_0 = 10. Juni ± 5 „ = 838·0 ± 51·9 „ 22·7 ± 0·7 „ 11·5 ± 1·4 4. „

Blüht im botanischen Garten auffallend später als im Freien. Die angegebenen Constanten können demnach nicht als normale angesehen werden. Nach ihrem natürlichen Standorte zu schliessen, liebt diese Pflanze einen feuchten Boden, der ihr im botanischen Garten abgeht. Sie zeichnet sich übrigens hier durch einen robusteren Habitus aus.

8.* *Panicum miliaceum* L. ⊙ S = 26. April ± 4.

B_0 = 7. Juli ± 0 Σt = 907°1 ± 9·5 Max. 18°7 ± 0·3 Min. 10°8 ± 0·5 4. J.

F_0 = 22. „ ± 4 „ = 1184·4 ± 26·6 „ 21·4 ± 2·6 „ 12·5 ± 0·2 4. „

Die gelbrothe Färbung der aus den Blüthenspelzen hervorsehenden Samen lässt eine scharfe Beobachtung der Fruchtreife zu.

9. *Stipa capillata* L.

B_0 = 27. Juni ± 5 Σt = 1095°2 ± 59·7 Max. 21°4 ± 1·3 Min. 12°9 ± 0·6 6. J.

F_0 = 24. Juli ± 5 „ = 1532·3 ± 81·5 „ 20·9 ± 2·3 „ 11·8 ± 0·8 3. „

10. *Stipa pennata* L.

B_0 = 1. Juni ± 3 Σt = 698°2 ± 17·0 Max. 20°8 ± 0·7 Min. 10°2 ± 1·0 7. J.

F_0 = 1. Juli ± 3 „ = 1154·8 ± 23·2 „ 22·0 ± 1·5 „ 13·7 ± 0·2 6. „

Bei beiden Arten ist der Entwickelungsgang in verschiedenen Jahren grossen Schwankungen unterworfen, daher die Blüthezeit sehr unbeständig und wahrscheinlich zu spät. Es dürfte dies daher rühren, weil immer nur ein oder doch nur einige wenige Halme zur Entwickelung kamen. Auch sind die kurzen, an der Basis des Ährchens hervortretenden Staubgefässe schwer zu beobachten.

11. *Agrostis alba* L. *(A. stolonifera* L. γ. *flagellare.)*

B_0 = 29. Juni ± 1 Σt = 1091°8 ± 27·5 Max. 20°3 ± 1·2 Min. 12°4 ± 1·0 6. J.
F_0 = 16. Juli ± 3 „ = 1376·2 ± 9·4 „ 22·5 ± 2·4 „ 14·5 ± 1·0 3. „

12. *Agrostis vulgaris* With.

B_0 = 4. Juli ± 6 Σt = 1157°6 ± 35·6 Max. 19°0 ± 0·3 Min. 12°5 ± 0·2 5. J.
F_0 = 25. „ ± 2 „ = 1500·9 ± 40·7 „ 24·1 ± 1·7 „ 13·4 ± 0·3 5. „

Bei der Gattung *Agrostis* ist die Blüthezeit aus ähnlichen Gründen wie bei *Stipa* verspätet, obgleich der Eintritt scharf bestimmbar ist.

13. *Calamagrostis Epigejos* Roth.

B_0 = 5. Juli ± 3 Σt = 1244°9 ± 30·6 Max. 21°6 ± 0·4 Min. 11°0 ± 0·3 5. J.
F_0 = 22. „ ± 4 „ = 1488·0 ± 43·6 „ 20·9 ± 1·5 „ 13·2 ± 1·2 4. „

14. *Avena pratensis* L.

B_0 = 25 Mai ± 3 Σt = 618°4 ± 29·1 Max. 18°9 ± 1·3 Min. 8°8 ± 0·4 5. J.
F_0 = 11. Juni ± 3 „ = 873·4 ± 61·5 „ 25·4 ± 1·0 „ 13·8 ± 0·7 4. „

15.* *Avena sativa* L. ☉ S = 12. April ± 10.

B_0 = 5. Juli ± 0 Σt = 984°0 ± 62·1 Max. 18°7 ± 0·5 Min. 12°4 ± 0·6 2. J.
F_0 = 20. „ ± 4 „ = 1200·2 ± 9·2 „ 22·7 ± 1·5 „ 12·9 ± 1·1 2. „ [1])

16. *Sesleria caerulea* Arduin.

B_0 = 9. April ± 2 Σt = 221°2 ± 16·5 Max. 14°2 ± 0·9 Min. 8°4 ± 0·3 6. J.
F_0 = 13. Mai ± 1 „ = 504·6 ± 18·8 „ 18·7 ± 1·8 „ 8·7 ± 1·1 4. „

Auf ähnlichen Standorten im Freien dürfte die Blüthezeit übereinstimmen, auf den südseitigen Abstürzen des Kalenderberges bei Mödling und des Badnerberges ist aber die Blüthezeit viel früher, dagegen auf den feuchten Wiesen bei Lainz beträchtlirh später. Die Constanten dürften demnach als normale anzusehen sein.

17. *Poa compressa* L.

B_0 = 16. Juni ± 3 Σt = 922°6 ± 21·8 Max. 20°8 ± 2·3 Min. 12°2 ± 0·9 5. J.
F_0 = 16. Juli ± 2 „ = 1371·6 ± 42·0 „ 21·5 ± 2·1 „ 12·6 ± 0·5 6. „

18. *Poa nemoralis* L.

B_0 = 4. Juni ± 3 Σt = 765°3 ± 12·4 Max. 21°4 ± 1·7 Min. 11°5 ± 1·0 4. J.
F_0 = 26. „ ± 2 „ = 1075·2 ± 18·2 „ 22·8 ± 1·2 „ 12·7 ± 0·9 6. „

Da dieses Rispenpras in Wäldern und Vorhölzern seinen natürlichen Standort hat, also eine schattige Lage verlangt, so dürften die Constanten für eine frühere, als die normale Epoche gelten, wenn der Mangel an Feuchtigkeit im botanischen Garten nicht durch die kräftige Insolation compensirt wird und die Verzögerung in der Entwickelung hiedurch aufgehoben wird, wie es wahrscheinlich ist.

19. *Poa pratensis* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 631°9 ± 26·5 Max. 17°3 ± 1·3 Min. 9°9 ± 0·5 7. J.
F_0 = 15. Juni ± 1 „ = 925·8 ± 29·7 „ 22·5 ± 1·9 „ 12·3 ± 1·8 5. „

20. *Briza media* L.

B_0 = 2. Juni ± 2 Σt = 760°0 ± 33·5 Max. 21°5 ± 1·3 Min. 9°9 ± 1·3 7. J.
F_0 = 17. „ ± 3 „ = 989·0 ± 29·7 „ 19·4 ± 1·4 „ 10·8 ± 0·5 7. „

---

[1]) Für Max. + Min. 6. J.

21. *Melica ciliata* L.

B_0 = 8. Juni ± 2 Σt = 856°1 ± 32·2 Max. 20°8 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·2 8. J.

Wer nicht weiss, dass die Scheinähren des gewimperten Perlgrases „nach dem Verblühen viel dicker und wie in einen weissen Pelz gehüllt“ erscheinen, wird ohne nähere Untersuchung nach dem Aussehen der Pflanze glauben, dass sie verblüht sei und in der Fruchtbildung stehe, bevor sie zur Blüthe gelangt, und später, wenn die langen, weissen Staubfäden an der ährenförmigen Rispe erscheinen, zu seiner Überraschung bemerken, dass sie erst jetzt blüht, so entfärbt sieht die Pflanze schon um diese Zeit und selbst schon früher aus. Die Fruchtreife bietet aus diesem Grunde keine bestimmten Anhaltspunkte zur Beobachtung.

22. *Dactylis glomerata* L.

B_0 = 27. Mai ± 1 Σt = 677°4 ± 21·4 Max. 18°2 ± 1·3 Min. 10°2 ± 0·2 8. J.
F_0 = 20. Juni ± 2 „ = 999·5 ± 28·9 „ 21·2 ± 1·6 „ 12·1 ± 0·5 8. „

23. *Cynosurus cristatus* L.

B_0 = 17. Juni ± 1 Σt = 937°3 ± 48·7 Max. 20°8 ± 2·4 Min. 11°6 ± 1·0 4. J.
F_0 = 14. Juli ± 1 „ = 1371·2 ± 38·3 „ 20·7 ± 1·1 „ 11·7 ± 0·2 3. „

24. *Festuca glauca* Lam.

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 707°0 ± 15·7 Max. 19°2 ± 0·6 Min. 9°4 ± 1·0 10. J.
F_0 = 20. Juni ± 2 „ = 984·7 ± 22·8 „ 19·4 ± 1·2 „ 11·3 ± 0·9 7. „

Der seegrüne Schafschwingel gedieh vortrefflich. Der Graspolster desselben breitete sich immer mehr aus.

25. *Festuca ovina* L.

B_0 = 28. Mai ± 2 Σt = 655°9 ± 11·9 Max. 19°4 ± 0·9 Min. 10°3 ± 0·7 7. J.
F_0 = 16. Juni ± 2 „ = 922·4 ± 11·0 „ 18·6 ± 1·7 „ 11·0 ± 1·2 6. „

26. *Festuca rubra* L.

B_0 = 3. Juni ± 2 Σt = 754°1 ± 47·3 Max. 21°0 ± 1·7 Min. 11°1 ± 1·1 5. J.
F_0 = 24. „ ± 3 „ = 1055·3 ± 73·4 „ 18·4 ± 1·7 „ 10·2 ± 0·8 5. „

27. *Bromus erectus* Huds.

B_0 = 3. Juni ± 2 Σt = 751°4 ± 14·9 Max. 20°5 ± 1·1 Min. 8°7 ± 1·1 8. J.
F_0 = 1. Juli ± 3 „ = 1155·8 ± 24·3 „ 22·2 ± 1·2 „ 13·0 ± 0·4 8. „

Die aufrechte Trespe entwickelte am 20. September 1858 zum zweitenmale Blüthen, ein Fall, der bei keiner Art der beobachteten Gräser während zehn Beobachtungsjahren vorkam. Auf den Wiesen des botanischen Gartens kommt diese Grasart so häufig vor, dass zur Zeit der Blüthe, Anfangs Juni, vom Winde förmliche Wolken von Blüthenstaub aufgewirbelt werden.

28. *Lolium perenne* L.

B_0 = 9. Juni ± 2 Σt = 784°4 ± 32·6 Max. 20°8 ± 1·1 Min. 11°1 ± 0·5 5. J.
F_0 = 9. Juli ± 1 „ = 1269·2 ± 25·1 „ 20·4 ± 1·4 „ 11·4 ± 0·3 8. „

29. *Triticum caninum* L.

B_0 = 5. Juni ± 2 Σt = 787°3 ± 17·7 Max. 21°4 ± 3·0 Min. 10°8 ± 1·7 4. J.
F_0 = 3. Juli ± 3 „ = 1272·5 ± 45·5 „ 19·6 ± 2·3 „ 10·7 ± 1·0 5. „

30. *Triticum pinnatum* Mönch. *var. caespitosum.*

B_0 = 8. Juni ± 2 Σt = 823°0 ± 36·0 Max. 20°0 ± 1·2 Min. 10°6 ± 0·4 10. J.
F_0 = 29. „ ± 2 „ = 1115·5 ± 22·2 „ 20·4 ± 1·1 „ 11·9 ± 0·5 9. „

31. *Triticum repens* L.

B_0 = 18. Juni ± 2 Σt = 982°8 ± 17·0 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°5 ± 1·0 9 J.
F_0 = 9. Juli ± 3 „ = 1267·1 ± 21·3 „ 20·4 ± 0·8 „ 12·3 ± 0·2 3. „

32.* *Triticum vulgare* Vill. *hibernum.*

B_0 = 2. Juni ± 1 Σt = 758°1 ± 32·8 Max. 19°1 ± 0·8 Min. 10°4 ± 0·1 6. J.
F_0 = 3. Juli ± 2 „ = 1183·7 ± 15·8 „ 20·1 ± 1·6 „ 12·1 ± 1·0 7. „

Wird auf einem kleinen Felde von etwa 1/2 Quadratklafter angebaut, wie alle annuellen und zweijährigen Cerealien.

33.* *Secale cereale* L. *hibernum.*

B_0 = 25. Mai ± 2 Σt = 626°6 ± 15·5 Max. 19°2 ± 0·7 Min. 10°5 ± 0·4 10. J.
F_0 = 29. Juni ± 3 „ = 1145·4 ± 23·1 „ 19·6 ± 1·3 „ 11·7 ± 0·6 8. „

34. *Elymus arenarius* L.

B_0 = 2. Juni ± 1 Σt = 749°9 ± 14·0 Max. 20°4 ± 1·3 Min. 9°3 ± 1·1 8. J.
F_0 = 19. Aug. ± 4 „ = 1990·4 ± 17·9 „ 19·4 ± 2·0 „ 12·8 ± 1·2 4. „

Es dauert demnach bei dem Haargrase der Sandhaiden auffallend länger, als bei allen übrigen Grasgattungen, bevor die mächtige Ähre zur Fruchtreife gelangt. Die Entwickelung der einzelnen Halme ist übrigens eine sehr ungleiche, ihre Blüthezeit ist um Wochen und selbst Monate verschieden. Beobachtet man daher die Fruchtreife nicht an derselben Ähre wie die Blüthe, so kann man für die erstere ebenfalls ein viel zu spätes Datum erhalten. Allerdings gelangen die Ähren in der Ordnung, in welcher sie blühen, zur Fruchtreife, wird aber eine, wie es im botanischen Garten nicht selten geschieht, für ein Herbarium ausgewählt, so kann man eine später aufgeblühte leicht für die erste halten und an ihr auch die Fruchtreife und somit zu spät beobachten.

35.* *Hordeum vulgare* L. ⊙ S = 12. April ± 10.

B_0 = 15. Juni ± 1 Σt = 648°8 ± 44·7 Max. 17°4 ± 0·2 Min 10°8 ± 0·0 2—3[1] J.
F_0 = 16. Juli ± 5 „ = 1150·6 ± 12·5 „ 22·4 ± 1·9 „ 12·9 ± 1·0 2—5[2] „

36. *Andropogon Ischaemum* L.

B_0 = 5. Aug. ± 2 Σt = 1671°8 ± 26·9 Max. 22°4 ± 1·4 Min. 11°9 ± 1·4 6. J.
F_0 = 16. „ ± 4 „ = 2046·7 ± 51·3 „ 23·3 ± 1·3 „ 13·2 ± 1·3 3. „

Der kurze Zwischenraum vom Zeitpunkte der Blüthe zur Fruchtreife lässt vermuthen, dass die Samen taub waren. Der Standort des gemeinen Bartgrases war durch einen vorstehenden Baum ziemlich beschattet, die Constanten gelten daher wahrscheinlich nicht für normale Epochen.

II. Cyperaceae.

Die Cyperngräser theilen den horizontalen sonnigen Standort mit den eigentlichen Gräsern.

37. *Carex distans* L.

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 417°3 ± 28·3 Max. 16°0 ± 1·2 Min. 5°6 ± 1·0 6. J.
F_0 = 12. Juni ± 3 „ = 897·0 ± 35·0 „ 17·4 ± 4·0 „ 10·5 ± 0·9 3. „

---

[1] 3 für Max. Min.
[2] 5 „ „ „

38. *Carex glauca* Scopol.

B_0 = 26. April ± 2 Σt = 338°6 ± 12·4 Max. 12°4 ± 1·7 Min. 4°0 ± 0·5 9. J.
F_0 = 12. Juni ± 5 „ = 889·0 ± 65·7 „ 22·9 ± 2·0 „ 12·7 ± 1·1 4. „

39. *Carex hirta* L.

B_0 = 10. Mai ± 1 Σt = 478°4 ± 25·8 Max. 15°6 ± 1·3 Min. 8°0 ± 0·8 6. J.
F_0 = 26. Juni ± 5 „ = 1101·8 ± 53·7 „ 23·9 ± 1·1 „ 11·8 ± 1·3 3. „

40. *Carex Hornschuhiana* Hoppe.

B_0 = 25. April ± 5 Σt = 309°6 ± 22·3 Max. 13°0 ± 4·3 Min. 3°7 ± 1·3 3. J.
F_0 = 12. Juni ± 5 „ = 880·5 ± 13·9 „ 13·2 ± 0·2 „ 9·7 ± 0·5 2. „

41. *Carex humilis* Leyss.

B_0 = 1. April ± 3 Σt = 169°6 ± 8·0 Max. 13°0 ± 0·6 Min. 2°0 ± 0·8 8. J.

Es fand keine Fruchtbildung statt, daher fehlen die Constanten der Fruchtreife.

42. *Carex intermedia* Good.

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 417°7 ± 4·5 Max. 16°5 ± 2·6 Min. 6°6 ± 0·2 5. J.

Keine Fruchtbildung, daher auch keine Constanten der Reife.

43. *Carex maxima* Scop.

B_0 = 21. Mai ± 2 Σt = 542°9 ± 27·1 Max. 18°9 ± 1·0 Min. 8°9 ± 1·2 3. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1070·4 ± 40·8 „ 19·0 ± 4·8 „ 11·2 ± 2·8 2. „

44. *Carex montana* L.

B_0 = 7. April ± 2 Σt = 214°0 ± 12·4 Max. 14°5 ± 0·4 Min. 6°3 ± 0·6 6. J.

Keine Fruchtbildung und desshalb auch keine Constanten für dieselbe.

45. *Carex paludosa* Good.

B_0 = 7. Mai ± 3 Σt = 449°7 ± 30·1 Max. 16°0 ± 1·5 Min. 4°6 ± 0·8 5. J.
F_0 = 27. Juni ± 2 „ = 1002·4 ± 28·2 „ 19·6 ± 2·0 „ 12·0 ± 0·9 5. „

Wurzelt mit den übrigen Arten der Gattung im trockenen Boden, dennoch dürften die Constanten normale sein.

46. *Carex pilulifera* L.

B_0 = 12. April ± 1 Σt = 234°3 ± 12·2 Max. 15°0 ± 1·2 Min. 6°5 ± 0·8 4. J.

Fand ebenfalls keine Fruchtentwickelung statt.

47. *Carex praecox* Jacq.

B_0 = 13. April ± 1 Σt = 139°4 ± 14·0 Max. 16°1 ± 1·3 Min. 6°3 ± 0·5 5. J.

Ohne Fruchtbildung.

48. *Carex Schreberi* Schrank.

B_0 = 25. April ± 3 Σt = 345°9 ± 23·8 Max. 11°9 ± 2·5 Min. 3°9 ± 1·0 6. J.

An einem theilweise beschatteten Standorte durch benachbarte Sträuche.

49. *Carex supina* Wahlb.

B_0 = 2. April ± 8 Σt = 172°7 ± 8·6 Max. 11°2 ± 1·4 Min. 2°8 ± 0·6 9. J.

Es fand keine Fruchtbildung statt oder wurde dieselbe wie bei Nr. 41 übersehen.

50. *Carex tomentosa* L.

B_0 = 29. April ± 5 Σt = 352°5 ± 11·1 Max. 15°4 ± 2·1 Min. 4°3 ± 0·8 3. J.
F_0 = 9. Juni ± 1 „ = 871·3 ± 41·3 „ 18·6 ± 3·0 „ 10·4 ± 1·7 2. „

51. *Cyperus longus* L.

B_0 = 6. Juli ± 4 Σt = 1224°7 ± 77·1 Max. 23°1 ± 0·6 Min. 12°2 ± 0 2. J.

Entwickelt sich nur kümmerlich und ging nach kurzer Zeit ein.

III. Commelynaceae.

52. *Tradescantia virginica* L. *rar. rubra.*

B_0 = 30. Mai ± 4 Σt = 670°6 ± 36·0 Max. 19°9 ± 0·7 Min. 10°5 ± 0·3 6. J.
F_0 = 6. Juli ± 3 „ = 1198·4 ± 26·4 „ 21·6 ± 1·0 „ 11·0 ± 1·0 3. „

Bleibt, obgleich aus Virginien stammend, auch im Winter im Gartenboden, wo sie etwas bedeckt wird. Sie blüht in manchen Jahren zum zweitenmale im August oder September.

Die Reife ist mit dem Aufspringen der Fruchtkapsel angenommen.

IV. Alismaceae.

53. *Alisma Plantago* L.

B_0 = 23. Juli ± 3 Σt = 1517°6 ± 32·6 Max. 22°7 ± 0·8 Min. 13°9 ± 0·6 8. J.
F_0 = 18. Aug. ± 3 „ = 2016·5 ± 37·5 „ 22·4 ± 1·9 „ 12·5 ± 1·1 6. „

Der Behälter, in welchem der g. Froschlöffel wurzelt, steht in einem sonnigen, mit Wasse gefüllten Bassin. Stengel und Blätter ragen über den Wasserspiegel. Es fällt daher auf, das diese Pflanze im botanischen Garten beträchtlich später zur Entwickelung elangt, als an natürlichen Standorten. Die äussersten Extreme des Zeitpunktes der Blüthe in verschiedenen Jahren divergiren überdies nahezu um einen ganzen Monat.

Die Reife ist mit der Ausstreuung des Samens angenommen.

V. Melanthaceae.

54. *Veratrum album* L.

Gelangt nur selten zur Entwickelung kümmerlicher Blüthen.

55. *Veratrum nigrum* L.

B_0 = 13. Juli ± 2 Σt = 1358°6 ± 18·8 Max. 22°8 ± 0·9 Min. 13°0 ± 0·4 9. J.
F_0 = 13. Septb. ± 8 „ = 2304·5 ± 16·2 „ 17·5 ± 0·3 „ 9·5 ± 0·3 3. „

Die Früchte bleiben meistens taub bei reicher Blüthenentwickelung.

56. *Bulbocodium soboliferum* Ende.

B^0 = 18. März ± 3 Σt = 107°0 ± 8·4 Max. 7°7 ± 0·8 Min. 1°7 ± 0·5 9. J.

Es findet keine Fruchtentwickelung statt.

57.* *Colchicum autumnale* L.

B_0 = 2. Septb. ± 2 Σt = 2134°2 ± 45·6 Max. 20°1 ± 1·2 Min. 10°6 ± 1·0 10. J.
F_0 = 12. Juni ± 2 „ = 903·2 ± 22·1 „ 20·9 ± 2·1 „ 11·7 ± 0·6 5. „

Die Herbst-Zeitlose bietet unter den beobachteten Pflanzen den ausnahmsweisen Fall, dass die Fruchtentwickelung durch den Winter unterbrochen wird und die Reife erst im Sommer des folgenden Jahres stattfindet. Man sollte demnach die Summe der Temperatur für die Fruchtreife übereinstimmend mit jener der Blüthe eigentlich vom 1. Jänner des vorigen Jahres rechnen. Die Reife ist mit dem Aufspringen der Balgkapsel angenommen.

58. *Colchicum autumnale* L. *var. albiflorum.*

B_0 = 10. Septb. ± 1 Σt = 2243°9 ± 40·4 Max. 17°2 ± 0·9 Min. 8°5 ± 1·0 9. J.

59. *Colchicum autumnale* L. *var. subtessellatum.*

B_0 = 17. Septb. ± 2 Σt = 2328°2 ± 33·3 Max. 17°8 ± 1·0 Min. 9°4 ± 0·2 9. J.

Eine Fruchtbildung findet bei beiden Varietäten der Zeitlose nicht statt. Die verspätete Entwickelung im Vergleiche zu *Colch. autum. genuinum* dürfte das zeitweilige Begiessen des letzteren, eine Zeit vor der Blüthe, zur Ursache haben.

VI. Liliaceae.

60. *Erythronium Dens canis* L.

B_0 = 31. März ± 6 Σt = 141°4 ± 6·0 Max. 9°3 ± 3·1 Min. 6°2 ± 0·5 3. J.

Ging, obgleich im Winter bedeckt und an einem schattigen Standorte gepflanzt, dennoch schon nach wenigen Jahren ein.

61. *Tulipa Gesneriana* L.

B_0 = 12. Mai ± 2 Σt = 486°0 ± 52·4 Max. 13°9 ± 1·1 Min. 7°0 ± 1·0 3. J.

Kommt nur in manchen Jahren zur Blüthe, nie zur Fruchtbildung.

62. *Tulipa Oculus solis* St. Amand.

(Diese Art wurde später eingezogen und *T. Gesneriana* L. genannt.)

B_0 = 11. Mai ± 1 Σt = 470°7 ± 10·5 Max. 17°9 ± 0·4 Min. 6°9 ± 0·7 10. J.

Obgleich in schöner Blüthenentwickelung, dennoch nur selten mit Fruchtbildung.

63. *Tulipa praecox* Tenor.

B_0 = 22. April ± 2 Σt = 306°6 ± 15·4 Max. 12°4 ± 1·3 Min. 4°9 ± 0·2 9. J.
F_0 = 1. Juni ± 3 „ = 685·6 ± 101·6 „ 16·9 ± 3·7 „ 10·6 ± 1·4 2. „

Diese Tulpenart hat im Laufe der Jahre sehr ihren Habitus geändert, welcher sich jenem der *T. Gesneriana* genähert zu haben scheint. Eine Fruchtbildung findet selten statt, daher die Unsicherheit der Constanten.

64. *Tulipa silvestris* L.

B_0 = 2. Mai ± 1 Σt = 368°9 ± 13·5 Max. 15°8 ± 1·3 Min. 6°2 ± 0·5 9. J.
F_0 = 6. Juli ± 3 „ = 1195·7 ± 27·0 „ 20·0 ± 1·2 „ 13·2 ± 1·0 5. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

65. *Tulipa suaveolens* Roth.

B_0 = 19. April ± 3 Σt = 273°2 ± 10·2 Max. 15°1 ± 1·1 Min. 5°2 ± 1·1 9. J.

Es findet keine Fruchtbildung statt.

66. *Fritillaria imperialis* L.

B_0 = 21. April ± 2 Σt = 273°5 ± 13·0 Max. 15°0 ± 1·2 Min. 6°1 ± 1·0 7. J.

Kommt in manchen Jahren nicht zur Blüthe, eine Fruchtbildung findet nie statt.

67. *Fritillaria Meleagris* L.

B_0 = 21. April ± 2 Σt = 284°0 ± 13·9 Max. 12°8 ± 1·0 Min. 3°9 ± 0·3 6. J.

Kam in den letzten Jahren selten zur Blüthe. Früchte entwickeln sich keine.

68. *Lilium bulbiferum* L.

B_0 = 5. Juni ± 2 Σt = 759°0 ± 18·0 Max. 18°9 ± 1·1 Min. 9°4 ± 1·0 6. J.
F_0 = 7. Septb. ± 0 „ = 2247·0 ± 4·6 „ 19·7 ± 2·0 „ 10·8 ± 2·7 2. „

Nur selten Fruchtbildung.

69.* *Lilium candidum* L.

B_0 = 23. Juni ± 1 Σt = 1066°1 ± 20·5 Max. 20°5 ± 1·2 Min. 12°4 ± 0·6 10. J.

Ohne Fruchtbildung.

70. *Lilium croceum* Chaix. *var. saturatum.*

B_0 = 3. Juni ± 1 Σt = 754°9 ± 21·9 Max. 20°7 ± 1·3 Min. 10°7 ± 0·6 9. J.
F_0 = 8. Aug. ± 8 „ = 1754·9 ± 104·8 „ 20·4 ± 1·6 „ 12·1 ± 0·5 4. „

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

71.* *Lilium Martagon* L.

B_0 = 16. Juni ± 1 Σt = 927°4 ± 27·4 Max. 21°5 ± 2·1 Min. 12°4 ± 1·2 5. J.

Entwickelt sich nur kümmerlich und gelangt in manchen Jahren zur Blüthe, in anderen wieder nicht. Eine Fruchtbildung findet nicht statt.

72. *Lilium monadelphum* M. Bieberst.

B_0 = 26. Mai ± 1 Σt = 653°3 ± 22·1 Max. 17°7 ± 0·9 Min. 9°2 ± 0·7 8. J.
F_0 = 27. Juli ± 3 „ = 1576·5 ± 49·9 „ 21·9 ± 2·4 „ 12·3 ± 0·3 3. „

Nur selten Fruchtbildung, die Reife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

73. *Funkia grandiflora.*

B_0 = 19. Aug. ± 2 Σt = 1935°2 ± 24·2 Max. 21°3 ± 2·2 Min. 12°2 ± 0·7 7. J.

Standort theilweise beschattet. Blüht zu spät, um die Früchte zur Reife bringen zu können.

74. *Funkia lanceifolia* Sieb.

B_0 = 5. Aug. ± 2 Σt = 1718°3 ± 32·3 Max. 21°4 ± 1·1 Min. 13°0 ± 0·3 10. J.

Die Früchte gelangen nicht zur Reife. Im Jahre 1859 entwickelten sich am 16. October zum zweiten Male Blüthen.

75. *Funkia ovata* Spreng.

B_0 = 11. Juli ± 2 Σt = 1314°6 ± 26·4 Max. 21°1 ± 1·4 Min. 12°7 ± 2·1 7. J.

Die Blüthen bleiben in manchen Jahren aus. Keine Fruchtbildung.

76. *Funkia Sieboldi* Lindl. *var. cucullata.*

B_0 = 22. Juni ± 2 Σt = 1025°8 ± 25·4 Max. 18°9 ± 1·5 Min. 10°7 ± 0·1 8. J.

Die kappenförmigen Blätter haben sich nicht erhalten. In seltenen Jahren bleiben die Blüthen aus. Eine Fruchtbildung findet selten statt.

77. *Funkia subcordata* Spr.

B_0 = 23. Aug. ± 3 Σt = 1957°5 ± 37·4 Max. 21°2 ± 0·2 Min. 11°6 ± 1·7 5. J.

Entwickelte in den letzten Jahren keine Blüthen mehr, die Früchte auch früher nicht.

78. *Muscari azurea* Fenzl.

B_0 = 16. März ± 4 Σt = 92°0 ± 15·3 Max. 9°8 ± 3·1 Min. 1°7 ± 1·5 5. J.

Die Beobachtungen beginnen erst mit 1857. Ich kann nicht bestimmt sagen, ob eine Fruchtentwickelung statt hat.

79. *Muscari botryoides* D. C. (später unter dem Namen *M. racemosum parviflorum*).

B_0 = 18. April ± 3 Σt = 249°4 ± 12·8 Max. 13°5 ± 1·3 Min. 4°2 ± 1·2 6. J.
F_0 = 16. Juni ± 6 „ = 926·9 ± 21·1 „ 19·5 ± 1·3 „ 12·7 ± 0·8 2. „

80. *Muscari comosum* Mill.

B_0 = 8. Juni ± 1 Σt = 821°8 ± 18·0 Max. 20°6 ± 0·7 Min. 11°2 ± 0·4 10. J.
F_0 = 23. Juli ± 2 „ = 1516·0 ± 36·9 „ 22·3 ± 0·9 „ 13·2 ± 1·0 8. „

81. *Muscari moschatum* Desf.

B_0 = 21. April ± 4 Σt = 332°2 ± 20·6 Max. 14°4 ± 0·5 Min. 3°3 ± 0·9 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst mit dem Jahre 1860.

82. *Muscari racemosum.* Willd.

B_0 = 12. April ± 2 Σt = 223°1 ± 5·2 Max. 13°5 ± 1·3 Min. 3°9 ± 0·9 10. J.
F_0 = 17. Juni ± 2 „ = 955·5 ± 38·5 „ 19·4 ± 1·7 „ 11·2 ± 1·1 6. „

Aei den Arten der Muscathyacinthe ist die Blüthe angenommen worden, wenn sich die untersten blumenkronartigen Perigone zu öffnen begannen. Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapsel.

83. *Hyacinthus amethystinus* L.

B_0 = 16. Mai ± 4 Σt = 542°7 ± 22·1 Max. 16°4 ± 1·5 Min. 8°0 ± 1·3 7. J.

Die Beobachtungen begannen 1854. Die Blüthen bleiben nur selten aus.

84. *Hyacinthus orientalis* L.

B_0 = 10. April ± 2 Σt = 224°9 ± 10·0 Max. 12°8 ± 1·4 Min. 4°6 ± 1·0 10. J.

Kommt zur Blüthe, ehe noch die Jahrestriebe, welche sich unter einem Haufen dürren Laubes, der als Schutz im Winter diente, entwickelten, vollständig grün gefärbt sind, da die Entwickelung sehr rasch vor sich geht. Eine Fruchtbildung findet nicht statt.

85. *Agraphis campanulata* Lk.

B_0 = 10. Mai ± 0 Σt = 463°6 ± 16·4 Max. 18·6 ± 0·0 Min. 8°0 ± 1·7 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst mit 1860.

86. *Agraphis patula* Bch.

B_0 = 10. Mai ± 2 Σt = 457°8 ± 20·4 Max. 17°1 ± 1·0 Min. 6°6 ± 1·1 7. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1091·3 ± 38·1 „ 20·2 ± 2·0 „ 11·6 ± 1·0 5. „

Die Beobachtungen beginnen mit dem Jahre 1855. Blüht nicht jedes Jahr. Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

87. *Scilla amoena* L.

B_0 = 27. April ± 2 Σt = 339°6 ± 11·8 Max. 15°6 ± 1·3 Min. 4°4 ± 0·6 10. J.
F_0 = 7. Juni ± 5 „ = 791·6 ± 87·8 „ 20·7 ± 1·5 „ 9·7 ± 1·2 2. „

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

88. *Scilla autumnalis* L.

B_0 = 7. Sept. ± 3 Σt = 2376°5 ± 94·7 Max. 19°4 ± 1·7 Min. 8°4 ± 2·3 3. J.

Erst seit 1857 beobachtet. Wird von überwuchernden Pflanzen beinahe erstickt und blüht für die Fruchtentwickelung zu spät.

89. *Scilla italica* L.

B_0 = 21. April ± 2 Σt = 300°2 ± 13·5 Max. 13°8 ± 1·4 Min. 3°9 ± 0·6 10. J.

Entwickelt keine Früchte.

90. *Scilla pratensis* M. et R.

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 584°7 ± 28·9 Max. 18°3 ± 1·2 Min. 7°7 ± 0·7 6. J.

Die Beobachtungen beginnen erst in den letzten Jahren. Keine Fruchtbildung.

91. *Ornithogalum pyrenaicum* L. *var. narbonense, monstrosum.*

B_0 = 31. Mai ± 1 Σt = 732°4 ± 21·0 Max. 20°4 ± 1·4 Min. 10°8 ± 0·7 8. J.
F_0 = 22. Juli ± 2 „ = 1466·6 ± 43·3 „ 24·0 ± 1·2 „ 12·3 ± 1·3 2. „

Die Früchte gedeihen nur selten.

92. *Ornithogalum umbellatum* L.

B_0 = 12. Mai ± 2 Σt = 470°9 ± 16·5 Max. 16°6 ± 1·2 Min. 8°3 ± 0·6 9. J.

Blüht nicht jedes Jahr. Bleibt ohne Früchte. Standort etwas beschattet.

93. *Myogalum nutans* Link.

B_0 = 15. April ± 3 Σt = 249°5 ± 23·0 Max. 10°1 ± 1·0 Min. 3°7 ± 0·7 9. J.
F_0 = 3. Juni ± 3 „ = 731·4 ± 3·5 „ 20·5 ± 1·8 „ 10·0 ± 0·6 2. „

Wurde allmählich stengellos, *acaulis* und beschleunigte von Jahr zu Jahr den Eintritt der Blüthe, so dass derselbe zuletzt schon um einen Monat früher stattfand, als in dem Jahre, mit welchem die Beobachtungen beginnen. Der Standort beschattet.

94. *Puschkinia scilloides* Willd.

B_0 = 1. April ± 3 Σt = 184°1 ± 13·7 Max. 11°7 ± 2·7 Min. 4°1 ± 0·4 6. J.

Die Beobachtungen beginnen 1855. Eine Fruchtbildung wurde nicht beobachtet.

95.* *Allium Cepa* L.

B_0 = 9. Juli ± 4 Σt = 1274°9 ± 18·7 Max. 22°1 ± 0·4 Min. 12°7 ± 1·4 3. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet.

96. *Allium fistulosum* L. *var. altaicum.*

B_0 = 23. Mai ± 2 Σt = 603°5 ± 19·3 Max. 17°7 ± 1·0 Min. 10°0 ± 0·4 10. J.
F_0 = 1. Juli ± 1 „ = 1169·3 ± 21·4 „ 21·3 ± 1·3 „ 11·2 ± 0·7 10. „

Die Fruchtreife scharf bestimmbar und an dem Sichtbarwerden der schwarzen Samen in den aufspringenden hellfarbigen Kapseln zu erkennen.

97. *Allium Molly* L.

B_0 = 5. Juni ± 1 Σt = 785°2 ± 14·3 Max. 20°9 ± 1·5 Min. 11°1 ± 0·5 7. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Keine Fruchtbildung.

98. *Allium paniculatum* Aut. (?)

B_0 = 23. Juli ± 0 Σt = 1487°7 ± 22·4 Max. 23°0 ± 2·3 Min. 12°5 ± 1·2 2. J.

Ging bald ein.

99.* *Allium Porrum* L.

B_0 = 27. Juni ± 1 Σt = 1104°7 ± 19·1 Max. 21°4 ± 1·0 Min. 12°3 ± 0·6 10. J.
F_0 = 28. Aug. ± 3 „ = 2076·6 ± 37·3 „ 19·6 ± 1·2 „ 12·2 ± 0·6 9. „

100. *Allium roseum* L. *var. bulbiferum.*

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 718°9 ± 27·2 Max. 20°5 ± 1·4 Min. 9°8 ± 0·9 7. J.
F_0 = 28. Juni ± 6 „ = 1120·7 ± 41·2 „ 23·6 ± 1·6 „ 13·8 ± 1·4 3. „

Bei allen Laucharten, deren Blüthendolden zugleich Zwiebel tragen, findet eine sehr langsame Entwickelung der verkümmert aussehenden Blüthen statt. Die Fruchtkapseln

gelangen nie oder jedenfalls selten zur Entwickelung. Ich habe daher die Fruchtreife dann angenommen, wann die Zwiebel sich leicht vom Grunde der Dolde ablösen liessen.

101.* *Allium sativum* L.

B_0 = 24. Juli ± 2 Σt = 1477°1 ± 31·6 Max. 23°9 ± 2·1 Min. 13°5 ± 1·1 7. J.

Beobachtungen über Fruchtreife fehlen.

102. *Allium Schönoprasum* L.

B_0 = 23. Juni ± 3 Σt = 1051°3 ± 16·4 Max. 20°3 ± 1·1 Min. 11°7 ± 0·4 10. J.
F_0 = 29. Juli ± 2 „ = 1617·6 ± 30·9 „ 22·9 ± 1·2 „ 13·3 ± 0·6 7. „

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

103. *Allium Scorodoprasum* L.

B_0 = 14. Juli ± 1 Σt = 1314°0 ± 12·9 Max. 21°2 ± 0·6 Min. 13°1 ± 0·9 2. J.

Die Beobachtungen sind sehr lückenhaft.

104. *Allium serotinum* Schleich.

B_0 = 24. Aug. ± 4 Σt = 2027°8 ± 62·6 Max. 21°9 ± 1·4 Min. 12°1 ± 0·9 7. J.
F_0 = 15. Oct. ± 0 „ = 2642·9 ± 50·7 „ 12·9 ± 0·3 „ 8·5 ± 1·1 2. „

Die Samen werden selten mehr reif.

105. *Allium ursinum* L.

B_0 = 14. Mai ± 1 Σt = 520°6 ± 40·9 Max. 18°0 ± 2·6 Min. 8°6 ± 1·2 3. J.
F_0 = 22. Juni ± 2 „ = 1015·3 ± 32·5 „ 16·7 ± 0·6 „ 9·2 ± 1·1 2. „

Ging nach wenigen Jahren ein, obgleich an einem beschatteten Standorte wachsend.

106. *Allium Victorialis* L.

B_0 = 18. Mai ± 4 Σt = 503°7 ± 32·1 Max. 17°2 ± 3·9 Min. 7°6 ± 2·0 4. J.
F_0 = 24. Juni ± 2 „ = 1077·1 ± 34·7 „ 19·0 ± 2·3 „ 10·4 ± 1·1 4. „

Blüht ziemlich abwechselnd in einem Jahre, in dem andern wieder nicht, an demselben Standorte mit der früheren Art (105).

107. *Eremerus caucasicus* Stev.

B_0 = 19 Mai ± 2 Σt = 567°0 ± 21·4 Max. 19°6 ± 1·0 Min. 10°1 ± 0·8 7. J.
F_0 = 2. Juli ± 2 „ = 1180·9 ± 20·1 „ 20·6 ± 1·5 „ 11·9 ± 1·0 8. „

Im Jahre 1861 erfroren die jungen Triebe. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

108. *Asphodelus ramosus* L.

F_0 = 19. Juli ± 3 Σt = 1479°3 ± 41·6 Max. 21°3 ± 1·1 Min. 12°3 ± 0·4 5. J.

Beobachtungen über die Blüthe fehlen. Die Früchte, deren Reife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen ist, verkümmern fast in eben so viel Jahren, als sie zur Reife gelangen.

109.* *Asphodelus luteus* L.

B_0 = 10. Mai ± 2 Σt = 451°9 ± 17·9 Max. 14°9 ± 1·1 Min. 6°6 ± 0·3 10. J.
F_0 = 18. Juli ± 1 „ = 1416·9 ± 16·7 „ 21·1 ± 1·1 „ 12·2 ± 0·8 9. „

Die Früchte sind alljährig wurmstichig. Blüthe am 28. September 1852 zum zweiten Male.

110. *Hemerocallis flava* L.

B_0 = 3. Juni ± 1 Σt = 737°3 ± 15·4 Max. 20°0 ± 0·9 Min. 9°4 ± 1·2 8. J.
F_0 = 23. Juli ± 3 „ = 1480·2 ± 39·1 „ 20·7 ± 2·5 „ 12·8 ± 1·1 3. „

Bringt nur in manchen Jahren die Früchte, deren Reife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen ist, zur Entwickelung. Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male in der zweiten Hälfte August. Entwickelte noch am 20. October 1855 eine Blüthe.

111. *Hemerocallis fulva* L.

B_0 = 23. Juni ± 1 Σt = 1042°5 ± 9·4 Max. 21°4 ± 1·2 Min. 12°6 ± 0·7 9. J.

Setzt nie Früchte an. Entwickelte am 27. August 1856 neuerdings Blüthen.

112. *Hemerocallis graminea* Andrev. *var. bracteosa.*

B_0 = 23. Mai ± 1 Σt = 605°1 ± 19·0 Max. 19°2 ± 0·8 Min. 9°3 ± 0·3 10. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1490·6 ± 30·0 „ 22·7 ± 2·5 „ 13·8 ± 0·8 3. „

Die Früchte kommen selten zur Entwickelung. Blüht nicht selten im September zum zweiten Male.

113. *Anthericum Liliago* L.

B_0 = 3. Juni ± 1 Σt = 750°4 + 21·2 Max. 20°0 ± 0·9 Min. 9°4 ± 1·2 10. J.
F_0 = 23. Juli ± 2 „ = 1508·2 + 21·9 „ 22·4 ± 1·3 „ 13·1 ± 1·0 10. „

Die Fruchtreife durch das Aufspringen der Kapsel scharf bestimmt.

114. *Anthericum ramosum* L.

B_0 = 6. Juli ± 2 Σt = 1242°2 ± 30·6 Max. 21°8 ± 1·0 Min. 12°7 ± 0·4 10. J.
F_0 = 29. Aug. ± 2 „ = 2096·1 ± 38·1 „ 21·0 ± 1·2 „ 12·4 ± 0·9 7. „

115.* *Asparagus officinalis* L.

B_0 = 20. Mai ± 2 Σt = 572°7 ± 29·2 Max. 19°1 ± 0·8 Min. 9°6 ± 0·7 10. J.
F_0 = 25. Juni ± 3 „ = 1068·7 ± 27·5 „ 20·4 ± 1·4 „ 10·9 ± 0·3 8. „

Die Fruchtreife ist zwar an der scharlachrothen Färbung der Beere gut zu erkennen, aber in soferne schwierig zu bestimmen, als die ersten Beeren selten zur normalen Grösse entwickelt sind.

VII. Smilaceae.

116. *Convallaria majalis* L.

B_0 = 8. Mai ± 2 Σt = 428°5 ± 11·0 Max. 15°4 ± 1·2 Min. 7°1 ± 0·9 10. J.
F_0 = 8. Aug. ± 2 „ = 1759·6 ± 28·2 „ 21·7 ± 1·1 „ 13·1 ± 0·3 9. „

Im Jahre 1861 ohne Früchte, weil die Blüthen erfroren. Die Fruchtreife mit der scharlachrothen Färbung der Beere angenommen.

117. *Convallaria Polygonatum* Desf.

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 418°6 ± 15·1 Max. 15°6 ± 1·4 Min. 7°1 ± 0·9 9. J.
F_0 = 5. Aug. ± 2 „ = 1699·1 ± 23·4 „ 20·5 ± 1·3 „ 13·0 ± 0·2 7. „

Erfror im Jahre 1861, im Begriffe die Blüthe zu öffnen. Die Reife ist mit der schwarzblauen Färbung der Beeren angenommen. Sie sind dann auch bereift.

118. *Smilacina racemosa* Desf.

B_0 = 18. Mai ± 2 Σt = 542°5 ± 24·4 Max. 15°5 ± 3·6 Min. 7°9 ± 3·4 2. J.

Ging nach wenigen Jahren ein.

VIII. Dioscoreae.

119. *Tamus communis* L.

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 641°6 ± 19·2 Max. 18°1 ± 1·2 Min. 8°0 ± 1·0 7. J.
F_0 = 12. Aug. ± 4 „ = 1797·0 ± 32·0 „ 24·6 ± 1·6 „ 13·7 ± 1·2 4. „

Die Beobachtungen beginnen mit 1854. Die Pflanze steht an den Traillagen einer westseitig wendigen Mauer. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren scharlachroth sind.

IX. Irideae.

120. *Iris biflora* (Aut.?).

B_0 = 9. Mai ± 3 Σt = 432°8 ± 11·5 Max. 15°8 ± 1·4 Min. 7°2 ± 0·3 5. J.

Ging mit dem Jahre 1856 ein. Eine Fruchtbildung fand nicht statt.

121. *Iris biglumis* Vahl.

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 359°8 ± 13·1 Max. 13°0 ± 2·0 Min. 5°5 ± 1·1 9. J.

Ohne Fruchtbildung.

122. *Iris germanica* L. *var. saturata.*

B_0 = 14. Mai ± 2 Σt = 491°6 ± 11·1 Max. 16°1 ± 0·3 Min. 9°0 ± 0·5 9. J.
F_0 = 29. Juli ± 4 „ = 1620·1 ± 42·7 „ 24·3 ± 1·5 „ 12·2 ± 0·9 2. „

Eine Fruchtbildung findet selten statt. Die Reife ist mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen. Im Jahre 1861 keine Blüthen.

123. *Iris notha M.* Bieb. *var. livescens.*

B_0 = 9. Juni ± 2 Σt = 853°5 ± 30·8 Max. 19°6 ± 1·3 Min. 11°1 ± 0·2 5. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Blüht nicht jedes Jahr. Keine Fruchtbildung.

124. *Iris Pseudacorus* L.

B_0 = 28. Mai ± 2 Σt = 656°9 ± 12·2 Max. 19°5 ± 1·5 Min. 10°8 ± 0·9 9. J.

Steht in einem Wasserbassin. Eine Fruchtbildung nur selten.

125. *Iris pumila* L.

B_0 = 22. April ± 2 Σt = 296°2 ± 12·0 Max. 15°4 ± 1·3 Min. 4°4 ± 0·8 9. J.

Im Jahre 1861 keine Blüthen. Nie Fruchtbildung. Bei Baden fand ich diese Pflanze an ihrem natürlichen Standorte bei gleicher Exposition gegen die Sonne kaum früher blühend.

126. *Iris sibirica* L. *var. saturata.*

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 578°6 ± 18·2 Max. 20°1 ± 0·5 Min. 10°8 ± 0·3 8. J.
F_0 = 28. Juli ± 4 „ = 1547·5 ± 65·3 „ 24·1 ± 2·4 „ 13·2 ± 0·6 4. „

Blüht in manchen Jahren nicht und bildet öfter keine Früchte.

127. *Iris virginia* Gronov.

B_0 = 8. Juni ± 2 Σt = 746°2 ± 20·1 Max. 23°0 ± 1·0 Min. 12°0 ± 0·2 6. J.

Die Beobachtungen beginnen 1856. Die Früchte gelangen nicht zur Entwickelung.

128. *Iris Xyphium* L.

B_0 = 10. Juni ± 3 Σt = 868°8 ± 43·5 Max. 21°7 ± 1·0 Min. 13°0 ± 0·3 4. J.

Blüht in manchen Jahren nicht und bringt nur selten die Früchte zur Reife. Die Beobachtungen beginnen übrigens mit 1854.

129. *Gladiolus communis* L.

B_0 = 13. Juni ± 1 Σt = 879°0 ± 14·5 Max. 20°7 ± 1·1 Min. 11°7 ± 0·3 9. J.
F_0 = 29. Juli ± 2 „ = 1613·0 ± 23·9 „ 23·0 ± 2·1 „ 12·9 ± 1·0 5. „

Vertrocknete 1856 vor Beginn der Blüthe; öfter ist dies vor völliger Fruchtentwickelung der Fall. Die Reife mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen.

130. *Gladiolus segetum* Ker.

B_0 = 7. Juni ± 1 Σt = 824°3 ± 17·7 Max. 23°1 ± 0·9 Min. 11°4 ± 0·2 7. J.

Die Beobachtungen beginnen mit 1855. Eine Fruchtbildung sehr selten aus dem bei der früheren Art angeführten Grunde.

131. *Crocus Imperati* Tenor.

B_0 = 21. Oct. ± 4 Σt = 2730°8 ± 43·0 Max. 13°8 ± 0·1 Min. 7°4 ± 0·2 5. J.

Wird blühend vor Eintritt des Winters mit einem Kästchen bedeckt, auf welches dürres Laub geschüttet wird und blüht dann, wenn die Laubdecke entfernt und das Kästchen geöffnet wird, noch bei Eintritt des Frühjahres fort.

132. *Crocus luteus* Lam.

B_0 = 16. März ± 3 Σt = 103°1 ± 11·4 Max. 7°9 ± 0·7 Min. 1°2 ± 0·4 9. J.

133. *Crocus nudiflorus* Smith.

B_0 = 21. Oct. ± 2 Σt = 2701°4 ± 45·7 Max. 13°0 ± 1·7 Min. 7°4 ± 0·9 5. J.

Die Beobachtungen beginnen 1855. Blüht nicht in jedem Jahre.

134. *Crocus odorus* Bor.

B_0 = 13. Oct. ± 3 Σt = 2614°6 ± 38·1 Max. 14°3 ± 1·0 Min. 7°3 ± 0·3 9. J.

135. *Crocus Pallasii* Goldb.

B_0 = 4. Oct. ± 2 Σt = 2502°8 ± 25·8 Max. 14°7 ± 1·1 Min. 7°5 ± 0·6 9. J.

Entwickelte 1859 keine Blüthen.

136. *Crocus praecox* Hock.

B_0 = 3. März ± 3 Σt = 67°7 ± 8·4 Max. 6°8 ± 0·6 Min. 0°6 ± 1·1 10. J.

137.* *Crocus sativus* L.

B_0 = 6. Oct. ± 1 Σt = 2529°5 ± 50·0 Max. 15°7 ± 0·6 Min. 7°4 ± 0·5 6. J.

So lange der Safran in nur wenigen Exemplaren gepflanzt war, blühte er nicht jedes Jahr.

138. *Crocus suaveolens* Bertol.

B_0 = 18. März ± 4 Σt = 111°5 ± 6·6 Max. 9°1 ± 1·0 Min. 1°8 ± 0·5 7. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Im Jahre 1847 keine Blüthen.

139. *Crocus speciosus* Host.

B_0 = 23. Sept. ± 2 Σt = 2406°4 ± 26·1 Max. 16°2 ± 1·1 Min. 7°9 ± 0·6 10. J.

140. *Crocus susianus* Ker.

B_0 = 5. März ± 4 Σt = 81°0 ± 9·3 Max. 7°1 ± 0·5 Min. 1°2 ± 0·4 10. J.

141. *Crocus Thomasii* Tenor.

B_0 = 13. Oct. ± 9 Σt = 2543°1 ± 82·2 Max. 15°1 ± 1·1 Min. 5°6 ± 2·5 2. J.

Entwickelte vor 1855 jedes zweite Jahr die Blüthen, seitdem keine mehr.

142. *Crocus variegatus* Hoppe.

B_0 = 28. März ± 3 Σt = 144°3 ± 13·0 Max. 9°8 ± 1·0 Min. 2°6 ± 0·8 8. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854.

143. *Crocus vernus* Willd. *var. lilacinus.*

B_0 = 28. März ± 3 Σt = 142°2 ± 7·0 Max. 10°6 ± 1·0 Min. 2°0 ± 1·0 10. J.

144. *Crocus vernus* Willd. *β. albiflorus.*

B_0 = 24. März ± 6 Σt = 162°9 ± 3·7 Max. 11°1 ± 3·0 Min. 3°6 ± 3·4 4. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854 und sind lückenhaft.

145. *Crocus versicolor* Ker.

B_0 = 21. März ± 3 Σt = 117°3 ± 8·8 Max. 9°0 ± 1·2 Min. 1°5 ± 0·8 9. J.

Die Arten der Gattung *Crocus* lassen sich in zwei Gruppen theilen. In der einen fällt die Blüthe in den Spätherbst, in der anderen in den Vorfrühling. Die Temperatursummen sind demnach nicht vergleichbar. Um sie vergleichbar zu machen, habe ich hier für die zwei Gruppen die Summe vom 1. Jänner des vorigen Jahres gezählt, indem ich von der mittleren Summe eines Jahres wie sie sich im Mittel der Jahre 1852—1861, welche die Beobachtungen umfassen = 2856°5 ergibt, ausging.

Z. B. *Crocus praecox.* Σt = 2856°5 + 67·7 = 2924·2.

Man erhält demnach bei

	Σt		Σt
Crocus Imperati	2730°8	*Crocus speciosus*	2406°4
„ *luteus*	2959·6	„ *susianus*	2937·5
„ *nudiflorus*	2701·4	„ *Thomasii*	2543·1
„ *odorus*	2614·6	„ *variegatus*	3000·8
„ *Pallasii*	2502·8	„ *vernus*	2998·7
„ *praecox*	2924·2	„ „ *albiflorus*	3019·4
„ *sativus*	2529·5	„ *versicolor*	2973·8
„ *suaveolens*	2968·0		

Ich kann nicht mit Bestimmtheit sagen, ob bei einer oder der andern Art eine Fruchtbildung stattfand. Jedenfalls ist die Samenreife, da sie an oder selbst unter der Erdoberfläche vor sich geht, schwierig zu ermitteln, da die Kapseln nicht wie bei der Zeitlose durch die sich später entwickelnden Blätter emporgehoben werden.

X. Amaryllideae.

146. *Galanthus nivalis* L.

B_0 = 3. März ± 3 Σt = 73°2 ± 7 Max. 7°0 ± 0·9 Min. 1°8 ± 0·5 10. J.

Die Früchte kommen selten zur Entwickelung, da die Pflanzen der starken Sonnenstrahlung erliegen, dennoch ist die Blüthezeit im Vergleiche zu normalen Standorten nur wenige Tage verschieden. Das Schneeglöckchen mit gefüllten Blüthen kommt 14 Tage bis 3 Wochen später zur Entfaltung.

147. *Galanthus plicatus* M. Bieb.

B_0 = 1. März ± 4 Σt = 68°2 ± 8·4 Max. 7°7 ± 0·6 Min. 2°6 ± 0·5 9. J.

148. *Leucojum vernum* L.

B_0 = 20. März ± 5 Σt = 120°3 ± 19·4 Max. 9°7 ± 2·5 Min. 4°8 ± 1·6 5. J.

Die Blüthen bleiben nicht selten 1—2 Jahre aus. Früchte entwickeln sich keine.

149. *Sternbergia colchiciflora* M. et K.

B_0 = 17. Sept. ± 1 Σt = 2385°1 ± 90·0 Max. 14°1 ± 1·1 Min. 6°4 ± 1·0 3. J.

150. *Sternbergia lutea* Schult. fil.

B_0 = 25. Sept. ± 3 Σt = 2419°6 ± 28·7 Max. 15°2 ± 0·8 Min. 8°3 ± 1·2 10. J.

Beide Arten ohne Fruchtbildung.

151. *Narcissus biflorus* Curt.

B_0 = 10. Mai ± 0 Σt = 464°9 ± 3·1 Max. 19°6 ± 2·4 Min. 6°3 ± 2·2 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860.

152. *Narcissus grandiflorus* Hav.

B_0 = 29. April ± 2 Σt = 366°1 ± 11·1 Max. 14°7 ± 1·3 Min. 5°4 ± 0·4 9. J.

153. *Narcissus italicus* Kor.

B_0 = 23. April ± 2 Σt = 320°2 ± 22·8 Max. 14°9 ± 1·0 Min. 6°6 ± 0·7 10. J.

154. *Narcissus major* Curt.

B_0 = 20. April ± 3 Σt = 265°0 ± 16·0 Max. 17°0 ± 1·4 Min. 5°7 ± 0·6 5. J.

155. *Narcissus odorus* L.

B_0 = 16. April ± 6 Σt = 298°9 ± 5·3 Max. 9°9 ± 0·9 Min. 1°8 ± 0·3 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860, die Constanten sind demnach noch unsicher, obgleich der wahrscheinliche Fehler gering ist.

156. *Narcissus poëticus* L.

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 348°0 ± 15·6 Max. 14°0 ± 1·3 Min. 4°8 ± 0·5 10. J.

157. *Narcissus praecox* Tenor.

B_0 = 18. April ± 4 Σt = 323°6 ± 16·7 Max. 11°4 ± 1·5 Min. 4°2 ± 0·3 3. J.

Kommt nicht in jedem Jahre zur Blüthe. Am 19. October 1855 zum zweiten Male in demselben Jahre blühend.

158. *Narcissus Pseudonarcissus* L. *var. plenus.*

B_0 = 18. April ± 2 Σt = 285°3 ± 11·0 Max. 12°9 ± 2·4 Min. 3°4 ± 1·1 6. J.

Bleibt in manchen Jahren ohne Blüthen.

159. *Narcissus seratus* Hav.

B_0 = 18. April ± 2 Σt = 218°9 ± 23·6 Max. 14°8 ± 1·2 Min. 4°9 ± 0·5 4. J.

Blüht nur in manchen Jahren.

160. *Narcissus Tazeta* L.

B_0 = 16. April ± 2 Σt = 311°0 ± 22·3 Max. 12°4 ± 1·4 Min. 4°6 ± 0·2 2. J.

Alle Arten Narcissen entwickeln keine Früchte. Sie befinden sich im Winter in Kästchen unter einer Laubdecke.

XI. Aroideae.

161.* *Arum maculatum* L.

B_0 = 18. Mai ± 2 Σt = 548°4 ± 30·5 Max. 17°4 ± 0·5 Min. 8°6 ± 1·0 7. J.
F_0 = 14. Juli ± 3 „ = 1377·2 ± 18·6 „ 22·4 ± 1·1 „ 11·8 ± 0·9 6. „

Blüht nicht in jedem Jahre. Die scharlachrothe Färbung der Beere ist ein sicheres Kennzeichen der Fruchtreife.

162. *Acorus Calamus* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 640°6 ± 26·0 Max. 20°4 ± 1·0 Min. 11°3 ± 0·4. 7. J.

Entwickelt in manchen Jahren keine Blüthenkolben, welche sich nie bis zur Fruchtreife erhalten. Steht in einem Wasserbassin.

XII. Typhaceae.

163. *Typha angustifolia* L.

B_0 = 14. Juni ± 3 Σt = 923°7 ± 27·7 Max. 18°6 ± 1·3 Min. 10°7 ± 0·4 5. J.

Bleibt in manchen Jahren ohne Blüthenkolben. Beobachtungen über Fruchtreife fehlen.

164. *Typha latifolia* L.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 873°5 ± 40·8 Max. 20°2 ± 1·4 Min. 11°4 ± 0·2 6. J.
F_0 = 26. Oct. ± 8 „ = 2737·7 ± 52·7 „ 10·3 ± 1·4 „ 6·2 ± 2·0 3. „

Entwickelt ebenfalls nicht alle Jahre Blüthenkolben. Die Fruchtreife ist mit dem Ausfliegen des Samens angenommen. Beide Arten des Rohrkolben stehen in Wasserbassins.

XIII. Cupressinae.

165. *Juniperus communis* L. *var. vulgaris.*

B_0 = 30. April ± 4 Σt = 372°8 ± 27·0 Max. 16°8 ± 1·3 Min. 6°2 ± 0·5 9. J.
F_0 = 26. Aug. ± 1 „ = 2025·2 ± 87·4 „ 18·7 ± 1·4 „ 13·3 ± 2·1 2. „

Die männliche Pflanze, an welcher die Ausstreuung des Pollens beobachtet wurde, als Zeichen der Blüthe, steht an einem beschatteten Orte, die weibliche an einem besonnten; dennoch war für die erstere im Jahre 1858 der Unterschied in der Blüthezeit gegen Baden an dem günstigsten Standorte nur vier Tage. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren sich blauschwarz färbten und zugleich bereift erschienen.

166. *Juniperus phoenicea* L. ♂.

B_0 = 13. April ± 7 Σt = 190°8 ± 3·0 Max. 10°0 ± 3·8 Min. 4°3 ± 2·0 2. J.

Überwinterte in einem Holzkasten unter einem Haufen dürren Laubes. Zur Zeit der Blüthe war wohl die Laubdecke, aber noch nicht der Kasten entfernt, wodurch die Insolation in unmittelbarer Umgebung des Strauches gesteigert worden ist. Er erhielt sich nur bis 1854.

XIV. Abietinae.

167. *Pinus Cedrus* L.

B_0 = 25. Sept. ± 1 Σt = 2393°9 ± 38·9 Max. 14°1 ± 1·4 Min. 7°0 ± 1·4 3. J.

Sehr merkwürdig durch die ungewöhnliche Blüthezeit. Wenn man die Zweige mit den Blüthenzapfen rüttelte, bildeten sich kleine Wölkchen gelben Blüthenstaubes, aus welchen derselbe dicht niederfiel.

Leider musste der bereits stattliche Baum aus Rücksicht für seine Umgebung gefällt werden, da sich in seinem Stamme Borkenkäfer-Larven angesiedelt hatten.

168. *Pinus Cembra* L.

Blühte nicht, obgleich ein ziemlich erwachsener Baum.

169. *Pinus Laricio* Poir. *var. gibbosa.*

B_0 = 20. Mai ± 2 Σt = 565°6 ± 13·4 Max. 19°2 ± 0·9 Min. 9·0 ± 0·8 10. J.

170. *Pinus Larynx* L.

B_0 = 14. April ± 3 Σt = 215°5 ± 16·0 Max. 13°4 ± 1·5 Min. 4°4 ± 0·9. 7. J.

Blüht in manchen Jahren nicht, in anderen wieder um so reichlicher.

171. *Pinus nigra* Ait.

B_0 = 5. Mai ± 4 Σt = 393°6 ± 19·6 Max. 17°3 ± 0·7 Min. 6°4 ± 1·2 6. J.

Ging mit dem Jahre 1857 ein.

172. *Pinus Picea* L.

B_0 = 28. April ± 4 Σt = 353°2 ± 18·7 Max. 13°7 ± 2·0 Min. 3°3 ± 0·3 6. J.

173. *Pinus Pumilio* Hänke.

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 630°8 ± 16·0 Max. 18°9 ± 1·0 Min. 9°6 ± 0·8 9. J.

Blühte 1858 nicht.

174. *Pinus silvestris* L.

B_0 = 17. Mai ± 1 Σt = 517°5 ± 9·3 Max. 18°0 ± 0·4 Min. 8°6 ± 1·0 9. J.

175. *Pinus Strobus* L. *var. compressa.*

Ein junger Baum, der noch nicht blüht und an welchem daher blos die Belaubung beobachtet worden ist.

176. *Pinus uncinata* Ramond.

B_0 = 24. Mai ± 4 Σt = 603°9 ± 44·3 Max. 20°5 ± 1·1 Min. 9°9 ± 0·7 4. J.

Ein Strauch, der nur in manchen Jahren blüht.

Bei den Arten der Gattung *Pinus* gibt das Stäuben der männlichen Kätzchen ein sehr sicheres Merkmal der Blüthe, dagegen dürfte die meistens in das folgende Jahr fallende Fruchtreife weit weniger genau zu ermitteln sein.

XV. Taxineae.

177. *Taxus baccata* L.

B_0 = 28. März ± 4 Σt = 149°6 ± 4·7 Max. 8°6 ± 1·4 Min. 2°3 ± 1·3 10. J.
F_0 = 18. Aug. ± 5 „ = 1873·1 ± 55·3 „ 20·6 ± 1·9 „ 11·1 ± 0·5 4. „

Der männliche und weibliche Baum, im Alter nahe gleich, stehen in einer Allee einander gegenüber. Das Stäuben der männlichen Kätzchen ist ein scharf zu bestimmendes Merkmal der Blüthe, so wie die rothe Färbung des Samenbechers eines der Fruchtreife bei der weiblichen Pflanze.

178. *Salisburia adianthifolia* Sm. ♂.

B_0 = 11. Mai ± 6 Σt = 431°0 ± 15·3 Max. 17°3 ± 3·7 Min. 7°3 ± 1·0 2. J.

Die unscheinbaren Blüthen wurden meistens übersehen. Eine Fruchtbildung findet nicht statt.

XVI. Betulaceae.

179. *Betula alba* L. *var. dalecarlica.*

Ein junger Baum, der noch nicht blüht und an dem daher nur die Belaubung beobachtet werden konnte.

180. *Alnus cordifolia* Tenor.

B_0 = 8. April ± 3 Σt = 199°8 ± 13·7 Max. 12°8 ± 1·5 Min. 4°5 ± 1·0 8. J.
F_0 = 30. Sept. ± 5 „ = 2524·8 ± 65·8 „ 16·6 ± 1·3 „ 8·6 ± 0·5 5. „

Dieser Baum hatte in den letzten Jahren von Spätfrösten im Frühjahre viel zu leiden und ging endlich ganz ein. Die Fruchtreife dürfte wohl zu früh angesetzt sein, da es zur Samenausstreuung in keinem Jahre gekommen, sondern die Reife mit der braunen Färbung der weiblichen Zapfen angenommen worden ist.

181. *Alnus glutinosa* L. *var. pinnatifida.*

B_0 = 11. März ± 6 Σt = 97°6 ± 5·2 Max. 8°9 ± 1·6 Min. 3°0 ± 0·4 8. J.
F_0 = 23. Sept. ± 5 „ = 2404·2 ± 29·0 „ 16·3 ± 1·2 „ 8·6 ± 1·1 3. „

Ging mit dem Jahre 1859 ein und war schon früher in allmählichem Absterben begriffen. Die Fruchtreife mit der Samenausstreuung angenommen.

182. *Alnus subcordata* C. H. Meyer.

B_0 = 11. Febr. ± 9 Σt = 55°9 ± 9·2 Max. 5°2 ± 2·0 Min. 1°1 ± 1·1 4. J.
F_0 = 27. Sept. ± 9 „ = 2436·8 ± 48·4 „ 16·3 ± 2·3 „ 7·9 ± 0·3 2. „

Bei den Arten der Gattung *Alnus* ist die Blüthe mit dem Stäuben der männlichen Kätzchen angenommen.

XVII. Cupuliferae.

183. *Ostrya vulgaris* Willd.

B_0 = 3. Mai ± 3 Σt = 381°0 ± 14·3 Max. 14°9 ± 1·0 Min. 5°3 ± 0·6 9. J.

Die männlichen Kätzchen streuen einen sehr feinen Blüthenstaub aus, wesshalb der Eintritt des Blühens nicht scharf bestimmbar ist. Die Fruchtreife scheint durch keine bestimmten Erscheinungen bezeichnet zu sein.

184. *Carpinus Betulus* L.

B_0 = 20. April ± 3 Σt = 279°3 ± 11·3 Max. 13°1 ± 1·2 Min. 5°0 ± 0·7 8. J.
F_0 = 20. Aug. ± 0 „ = 1836·6 ± 18·7 „ 21·2 ± 0·0 „ 11·0 ± 1·1 2. „

185. *Carpinus orientalis* Lam.

B_0 = 3. Mai ± 2 Σt = 370°3 ± 15·5 Max. 14°0 ± 1·6 Min. 4°4 ± 0·4 9. J.

Auch bei den Arten der Hainbuche ist der Blüthenstaub sehr fein und die Ausstreuung desselben daher nicht deutlich sichtbar. Die Fruchtreife ist mit dem Fallen der Nüsschen aus der Hülle angenommen. Diese Nüsschen gerathen aber nur selten, besonders bei *C. orientalis.*

186. *Corylus Americana* Rich.

B_0 = 21. März ± 4 Σt = 138°4 ± 15·9 Max. 9°5 ± 2·4 Min. 1·6 ± 1·1 3. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854, drei Jahre später ging der Strauch ein. Der Standort war vorwiegend beschattet. Es entwickelten sich keine Früchte.

187. *Corylus Avellana* L. *var. globosa.*

B_0 = 1. März ± 7 Σt = 72°7 ± 5·5 Max. 8°5 ± 1·2 Min. 2°2 ± 0·4 10. J.

Steht im Schatten und trägt keine Früchte.

188. *Corylus Colurna* Willd.

B_0 = 1. März ± 9 Σt = 72°5 ± 4·7 Max. 9°8 ± 1·3 Min. 3°3 ± 1·1 6. J.

Ein stattlicher Baum, der seit 1856 nur alle zwei Jahre, aber um so reicher blüht und keine Früchte trägt.

Das Stäuben der männlichen Kätzchen ist bei den Haselnussarten gut zu beobachten.

189. *Quercus alba* L.

Ein junger Baum, der noch nicht blüht, an welchen daher blos die Belaubung und Entlaubung beobachtet worden ist.

190. *Quercus Cerris* L.

B_0 = 12. Mai	± 2	Σt =	475°6 ± 15·2	Max.	15°8 ± 1·1	Min.	7°9 ± 0·4	10. J.
F_0 = 21. Sept.	± 8	„ =	2335·2 ± 55·8	„	17·6 ± 1·8	„	8·4 ± 0·8	4. „

Im Jahre 1855 bildeten sich die letzten Früchte, seitdem keine mehr.

191. *Quercus pedunculata* Ehrh.

B_0 = 6. Mai	± 3	Σt =	420°6 ± 19·2	Max.	16°9 ± 1·6	Min.	6°1 ± 0·8	9. J.
F_0 = 14. Sept.	± 5	„ =	2236·2 ± 27·8	„	18·5 ± 1·1	„	9·3 ± 1·2	3. „

Trägt in manchen Jahren keine Früchte.

Bei den Eichen ist die Fruchtreife mit dem Abfallen der Eicheln angenommen, welche aber selten zur normalen Grösse entwickelt waren.

192. *Fagus silvatica* L.

B_0 = 3. Mai	± 1	Σt =	380°6 ± 40·0	Max.	14°7 ± 1·6	Min.	7°0 ± 0·6	4. J.
F_0 = 2. Aug.	± 1	„ =	1617·5 ± 58·5	„	23·6 ± 3·1	„	12·9 ± 0·6	2. „

Blüht nur in manchen Jahren, in anderen können die unscheinbaren Blüthen übersehen worden sein. Die Fruchtreife ist mit dem Abfallen der Nüsschen angenommen, welche aber nur selten normal entwickelt sind.

193. *Fagus silvatica* L. *var. pendula.*

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 425°7 ± 45·5 Max. 19°0 ± 0·4 Min. 7°3 ± 1·7 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1856. Setzt noch seltener Früchte an als die vorige.

XVIII. Ulmaceae.

194. *Ulmus campestris* L. *montana tortuosa.*

B_0 = 30. März	± 3	Σt =	163°8 ± 9·3	Max.	11°4 ± 1·3	Min.	3°2 ± 1·4	9. J.
F_0 = 18. Mai	± 2	„ =	540·3 ± 20·4	„	17·2 ± 1·0	„	8·4 ± 0·3	9. „

195. *Ulmus effusa* Willd.

B_0 = 31. März ± 3 Σt = 162°5 ± 6·5 Max. 10°5 ± 1·3 Min. 3°0 ± 1·1 10. J.
F_0 = 20 Mai. ± 3 „ = 574·7 ± 23·8 „ 18·9 ± 1·6 „ 10·6 ± 0·5 8. „

Von den beiden Ulmen steht die erstere hart an der Ostseite der Feuermauer eines Hauses, die zweite frei zwischen anderen Bäumen. Die Blüthe ist mit dem Stäuben der Antheren angenommen, die Reife mit dem Abfallen der trockenen Flügelfrucht, welche aber in der Regel taub ist und daher zu früh abfallen dürfte.

XIX. Celtideae.

196. *Celtis australis* L.

B_0 = 24. April ± 4 Σt = 231°2 ± 16·1 Max. 13°3 ± 1·0 Min. 6°3 ± 0·8 8. J.

Im Jahre 1859 wegen Spätfrösten ohne entwickelten Blüthen. Entwickelt keine Früchte.

197. *Celtis occidentalis* L.

B_0 = 29. April ± 2 Σt = 350°6 ± 13·5 Max. 15°0 ± 2·3 Min. 5°0 ± 0·4 6. J.
F_0 = 15. Aug. ± 5 „ = 1806·9 ± 36·5 „ 23·1 ± 1·3 „ 12·7 ± 0·2 4. „

Hat eben so oft Früchte als keine, die Reife ist angenommen, wenn dieselben sich bräunlich färbten und weich zu werden anfingen.

Die unscheinbaren Blüthen beider Arten lassen keine sichere Bestimmung der Blüthezeit zu, hiezu kommen noch die Störungen durch Spätfröste.

XX. Moreae.

198. *Morus alba* L. *Morettiana.*

B_0 = 15. Mai ± 3 Σt = 509°8 ± 24·5 Max. 16°5 ± 1·0 Min. 8°7 ± 0·1 9. J.
F_0 = 18. Juni ± 2 „ = 970·1 ± 17·1 „ 21·3 ± 0·8 „ 11·7 ± 0·4 10. „

Die unscheinbaren Blüthen lassen keine scharfe Bestimmung der Blüthezeit zu. Die Früchte färben sich zur Zeit der Reife schnell schwarz.

199. *Morus alba* L. *fructu nigro.*

B_0 = 16. Mai ± 3 Σt = 545°8 ± 23·3 Max. 18°8 ± 1·1 Min. 8°7 ± 0·5 6. J.
F_0 = 21. Juni ± 2 „ = 1015·9 ± 14·2 „ 20·3 ± 1·4 „ 11·7 ± 0·5 8. „

In den letzten Jahren sind die Beobachtungen lückenhaft. 199 ist in Beziehung auf Sonnenstrahlung weniger begünstigt als 198.

200. *Morus scabra* Willd.

B_0 = 17. Mai ± 3 Σt = 549°9 ± 34·1 Max. 20°0 ± 0·8 Min. 8°9 ± 0·2 8. J.
F_0 = 8. Juli ± 3 „ = 1280·6 ± 34·9 „ 21·5 ± 1·5 „ 12·3 ± 0·2 8. „

Die Beobachtungen beginnen 1854.

201. *Maclura aurantiaca* Nuttal. ♀

B_0 = 7. Juni ± 3 Σt = 818°6 ± 35·0 Max. 18°0 ± 1·0 Min. 9°7 ± 0·7 3. J.

Entwickelt nur selten Blüthen, nie Früchte. Die Beobachtungen beginnen übrigens 1854.

202. *Broussonetia papyrifera* Vent. ♂ *cucullata.*

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 491°5 ± 23·2 Max. 17°0 ± 1·7 Min. 8°5 ± 1·4 6. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Im Jahre 1861 schien der Baum durch Spätfröste getödtet zu sein und stand noch zu Anfang Juni starr wie im Winter, ohne alle Zeichen einer

Entwickelung. Die warmen Regen zu Anfang des Sommers belebten ihn aber so sehr, dass er reichlicher als je trieb — die lappenförmigen Blätter der früheren Jahre waren verschwunden und es stellten sich normal entwickelte ein.

203. *Ficus carica* L.

Die unscheinbaren Blüthen lassen keine genaue Zeitbestimmung zu. Auch waren es nur junge Bäume an den Traillagen einer gegen West gekehrten Mauer, welche alle paar Jahre durch Frost zu Grunde gingen und dann auf's Neue aus dem Wurzelstocke trieben.

XXI. Cannabineae.

204. *Humulus Lupulus* L. ♂.

B_0 3. Aug. ± 2 Σt = 1653°3 ± 18·6 Max. 21°5 ± 1·4 Min. 11°2 ± 0·8 6. J.

Klettert in Gebüschen und ist der directen Sonnenstrahlung ganz entzogen. Blüht nicht in jedem Jahre.

XXII. Plataneae.

205. *Platanus occidentalis* L.

B_0 = 10. Mai ± 3 Σt = 467°8 ± 18·5 Max. = 17°3 ± 1·1 Min. 8°1 ± 1·1 7. J.

War in letzter Zeit dem Eingehen nahe und blühte nicht immer.

206. *Platanus orientalis* L. *β. acerifolia. ββ. grandifolia.*

B_0 = 6. Mai ± 4 Σt = 420°7 ± 16·6 Max. 18°2 ± 1·3 Min. 7°8 ± 0·7 7. J.

Das Stäuben der kugelförmigen männlichen Kätzchen ist ein sicheres Merkmal der Blüthe. Dagegen fehlen bestimmte Erscheinungen für die Fruchtreife. Die weiblichen Kätzchen färbten sich wohl bräunlich, überwintern aber ohne Veränderung und erst im Frühjahre scheinen die Samen auszufallen. Im Jahre 1859 hinderten Spätfröste die Entwickelung der Blüthen.

XXIII. Salicineae.

207. *Salix babylonica* L. ♀.

B_0 = 16. April ± 4 Σt = 262°6 ± 12·8 Max. 15°6 ± 0·5 Min. 5°2 ± 2·1 2. J.

Ein alter Baum, welcher im Jahre 1854 ausgehauen wurde, weil er die Mauer eines Bassins, an dessen Rand er stand, durch die kräftige Wurzel einzudrücken drohte. Der junge Baum, welcher nun gepflanzt worden ist, kam erst 1861 zur Blüthe.

208. *Salix daphnoides* Vill. (♂?)

B_0 = 31. März ± 1 Σt = 141°0 ± 9·0 Max. 10°0 ± 0·0 Min. 4°3 ± 0·2 3. J.

Der Baum ging mit 1857 ein.

209. *Salix purpurea* L.

B_0 = 14. April ± 1 Σt = 229°0 ± 7·3 Max. 13°3 ± 2·5 Min. 3°0 ± 0·4 4. J.
F_0 = 19. Mai ± 6 „ = 525·1 ± 16·3 „ 19·5 ± 2·8 „ 11·1 ± 0·0 2. „

Ging ebenfalls 1857 ein. Die Fruchtreife mit dem Ausfliegen des Samens angenommen.

210. *Salix repens* L. (♂?)

B_0 = 15. April ± 1 Σt = 238°0 ± 10·2 Max. 14°0 ± 1·0 Min. 5°8 ± 1·3 4. J.

Ging 1856 ein.

211. *Populus alba* L. ♀ *anglica.*

B_0 = 4. April ± 3 Σt = 179°0 ± 9·7 Max. 13°7 ± 1·3 Min. 4°5 ± 1·2 9. J.

Die Kätzchen fallen gewöhnlich ab, bevor es zum Ausfliegen der Samenwolle kommt, welche als Zeichen der Fruchtreife dient.

212. *Populus balsamifera* L. ♂ *β. suaveolens.*

B_0 = 12. April ± 3 Σt = 212°7 ± 9·0 Max. 15°0 ± 1·5 Min. 4°6 ± 0·5 7. J.

Ging ein mit dem Jahre 1858.

213. *Populus canescens* Smith. ♂ *belgica.*

B_0 = 28. März ± 2 Σt = 145°8 ± 5·1 Max. 10°8 ± 1·2 Min. 3°7 ± 1·2 10. J.

214. *Populus dilatata* Ait. ♂ ♀

B_0 = 9. April ± 3 Σt = 220°3 ± 7·2 Max. 14°8 ± 0·8 Min. 4°9 ± 0·4 10. J.
F_0 = 31. Mai ± 2 „ = 703·7 ± 17·8 „ 17·8 ± 1·4 „ 8·9 ± 0·5 9. „

215. *Populus graeca* Ait. ♀

B_0 = 27. März ± 3 Σt = 131°2 ± 5·2 Max. 9°3 ± 1·3 Min. 2°3 ± 1·0 8. J.
F_0 = 1. Mai ± 3 „ = 371·5 ± 15·2 „ 18·6 ± 1·1 „ 7·9 ± 1·0 6. „

Ging mit dem Jahre 1860 ein.

216. *Populus nigra* L. ♀

B_0 = 12. April ± 3 Σt = 236°5 ± 10·6 Max. 14°4 ± 0·6 Min. 5°4 ± 0·5 10. J.
F_0 = 30. Mai ± 3 „ = 683·6 ± 24·8 „ 17·8 ± 1·4 „ 8·9 ± 0·9 7. „

217. *Populus tremula* L. ♂ ♀

B_0 = 26. März ± 3 Σt = 137°5 ± 6·9 Max. 10°6 ± 1·0 Min. 2°8 ± 1·0 7. J.
F_0 = 8. Mai ± 3 „ = 418·7 ± 27·6 „ 16·6 ± 3·0 „ 7·8 ± 2·0 4. „

Vom Jahre 1858 sind die Beobachtungen an einem anderen Paare von Bäumen ♂ ♀ angestellt, früher an einem jungen Baume ♀, der einging.

Bei den Pappeln ist das Stäuben der männlichen Kätzchen ein bestimmtes Merkmal der Blüthe, so wie das Ausfliegen der Samenwolle der weiblichen Kätzchen für die Fruchtreife. Wenn die Blüthe an weiblichen Bäumen bestimmt werden musste, weil männliche Individuen fehlten, ist sie dann angenommen, wenn die Kätzchen straff herabhingen. Wo Paare männlicher und weiblicher Bäume beisammen stehen, zeigt sich, dass die weiblichen Kätzchen dann straff herabzuhängen beginnen, wenn das Stäuben der männlichen beginnt.

XXIV. Chenopodeae.

218.* *Spinacia oleracea* L. (♉)

B_0 = 12. Mai ± 3 Σt = 484°3 ± 17·8 Max. 16°3 ± 0·8 Min. 7°5 ± 1·0 6. J.
F_0 = 21. Juni ± 3 „ = 1018·9 ± 32·3 „ 21·3 ± 1·6 „ 11·6 ± 0·8 7. „

Kam am 16. August 1855 durch Selbstaussaat zum zweiten Male zur Blüthe.

219.* *Beta vulgaris* L. (2)

B_0 = 11. Juni ± 4 Σt = 816°8 ± 27·4 Max. 16°7 ± 1·3 Min. 7°9 ± 0·3 3. J.
F_0 = 18. Juli ± 3 „ = 1412·1 ± 27·7 „ 23·0 ± 0·4 „ 12·7 ± 0·5 7. „

Bei beiden Gattungen ist die Fruchtreife mit der Entfärbung des erhärteten Perigons, womit die Frucht verwachsen ist, angenommen, ein Merkmal, welches keine genaue Zeitbestimmung zulässt.

XXV. Polygoneae.

220.* *Rheum Emodi* Wall.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 770°5 ± 11·9 Max. 23°3 ± 1·4 Min. 13°2 ± 0·5 4. J.

Blüht nur in manchen Jahren und entwickelt keine Früchte.

221.* *Rheum hybridum* Ait. (später als *R. Rhaponticum* L.).

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 494°2 ± 17·3 Max. 16°6 ± 1·1 Min. 8°8 ± 0·5 6. J.
F_0 = 21. Juni ± 4 „ = 1021·6 ± 23·0 „ 20·6 ± 1·2 „ 11·7 ± 0·7 7. „

222.* *Rheum palmatum* L. (später gleichfalls als *R. Rhaponticum* L.).

B_0 = 17. Mai ± 3 Σt = 501°8 ± 26·9 Max. 18°5 ± 1·7 Min. 8°9 ± 0·9 5. J.
F_0 = 18. Juni ± 2 „ = 983·7 ± 43·5 „ 20·9 ± 2·0 „ 10·0 ± 1·2 4. „

223.* *Rheum Rhaponticum* L.

B_0 = 11. Mai ± 1 Σt = 468°8 ± 13·6 Max. 15°4 ± 1·6 Min. 7°2 ± 0·8 10. J.
F_0 = 15. Juni ± 2 „ = 921·1 ± 17·3 „ 20·6 ± 1·9 „ 11·3 ± 0·7 10. „

224.* *Rheum undulatum* L.

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 480°3 ± 12·2 Max. 17°8 ± 0·4 Min. 7°9 ± 0·3 10. J.
F_0 = 17. Juni ± 2 „ = 956·7 ± 19·1 „ 23·9 ± 1·0 „ 12·6 ± 0·6 9. „

Entwickelte 1861 keine reifen Früchte, indem dieselben früher vertrockneten.

Bei den Rhabarber-Arten ist die Fruchtreife mit der Entfärbung und dem Vertrocknen der ausgewachsenen Perigone angenommen.

225. *Polygonum amphibium* L.

B_0 = 28. Juni ± 3 Σt = 1165°4 ± 18·4 Max. 20°9 ± 1·3 Min. 12°6 ± 0·5 7. J.

Wurzelt in einem Bassin, auf dessen Wasserfläche die Blätter schwimmen. Die Beobachtungen beginnen 1855. Die Fruchtreife konnte nicht beobachtet werden.

226.* *Polygonum Bistorta* L.

B_0 = 21. Mai ± 2 Σt = 583°1 ± 15·8 Max. 18°6 ± 1·1 Min. 8°5 ± 0·9 10. J.
F_0 = 14. Juni ± 2 „ = 946·0 ± 15·0 „ 19·0 ± 1·8 „ 10·6 ± 2·0 6. „

Die Früchte verkümmern in manchen Jahren vor der Reife.

227.* *Polygonum Fagopyrum* L. ⊙ S = 24. April ± 6.

B_0 = 10. Juni ± 4 Σt = 552°9 ± 35·1 Max. 21°4 ± 0·8 Min. 11°9 ± 0·5 4. J.
F_0 = 18. Juli ± 4 „ = 1096·7 ± 41·8 „ 23·2 ± 0·7 „ 12·0 ± 0·2 4. „

Da bei den Knöterich-Arten die Früchte in dem wenig vergrösserten Perigone frei liegen, so lässt sich ihre Reife gut beobachten.

228.* *Rumex Acetosa* L. ♂ ♀

B_0 = 1. Juni ± 2 Σt = 709°0 ± 16·2 Max. 19°9 ± 1·0 Min. 10°7 ± 1·1 9. J.
F_0 = 17. Juli ± 2 „ = 1399·4 ± 14·9 „ 23·4 ± 0·6 „ 13·4 ± 1·2 5. „

Die Früchte vertrocknen nicht selten vor völliger Entwickelung.

229. *Rumex Acetosella* L. *multifidus.*

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 661°8 ± 23·4 Max. 18°5 ± 1·3 Min. 10°2 ± 0·5 8. J.

Die Früchte gelangten fast in keinem Jahre zur Ausbildung. Mit 1859 ging die Pflanze ein. Standort ziemlich beschattet.

230. ***Rumex crispus*** L.

B_0 = 4. Juni ± 0 Σt = 752°3 ± 20·6 Max. 19°4 ± 1·1 Min. 10°8 ± 1·0 5. J.
F_0 = 2. Juli ± 2 „ = 1145·0 ± 50·9 „ 22·8 ± 1·4 „ 10·8 ± 0·7 4. „

An einem beschatteten Standorte. Gelangte in letzter Zeit kaum alle zwei Jahre zur Blüthe.

231.* *Rumex Nemolapathum* Ehrh.

B_0 = 18. Juni ± 1 Σt = 972°9 ± 24·2 Max. 20°3 ± 1·3 Min. 11°6 ± 0·8 8. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1412·0 ± 10·8 „ 22·1 ± 0·8 „ 13·0 ± 0·9 7. „

232. *Rumex Patientia* L. *conferta.*

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 659°3 ± 24·6 Max. 18°3 ± 1·2 Min. 10°4 ± 0·4 7. J.
F_0 = 28. Juni ± 2 „ = 1121·6 ± 51·1 „ 21·4 ± 1·4 „ 11·7 ± 1·6 5. „

An einem beschatteten Standorte. Die Beobachtungen beginnen 1854. Blüht nicht in jedem Jahre, häufiger kommen die Früchte nicht zur Entwickelung.

233. ***Rumex scutatus*** L.

B_0 = 26. Mai ± 1 Σt = 627°2 ± 11·8 Max. 18°0 ± 1·9 Min. 8°5 ± 1·6 3. J.
F_0 = 20. Juni ± 7 „ = 997·8 ± 95·3 „ 23·7 ± 3·2 „ 12·1 ± 1·6 2. „

Die Beobachtungen beginnen 1854. Mit dem Jahre 1857 ging die Pflanze ein. 1856 kam sie nicht zur Blüthe. Standort ziemlich beschattet.

Bei den Sauerampfer-Arten ist die Fruchtreife mit der Entfärbung und dem Vertrocknen der Perigonzipfel angenommen, vorausgesetzt, dass sie normal entwickelt waren.

XXVI. Daphnoideae.

234. *Daphne alpina* L.

B_0 = 8. Mai ± 2 Σt = 432°0 ± 14·9 Max. 15°9 ± 1·1 Min. 6°6 ± 0·8 10. J.
F_0 = 21. Juni ± 2 „ = 1011·4 ± 15·9 „ 19·9 ± 1·1 „ 11·9 ± 0·4 10. „

Zur Zeit der Fruchtreife nehmen die Beeren ein weissliches Aussehen an und werden weich. Blühte in den ersten fünf Jahren alljährlich zum zweiten Male in der Zeit von frühestens 18. August bis spätestens 6. October, seitdem nicht mehr.

235. *Daphne Laureola* L.

B_0 = 28. März ± 0·0 Σt = 150°3 ± 0·7 Max. 11°2 ± 1·0 Min. 1°8 ± 1·7 2. J.

Blühte nicht jedes Jahr, entwickelte keine Früchte und ging mit 1856 ein.

236.* *Daphne Mezereum* L.

Die Blüthezeit erstreckt sich in Folge der vielen Unterbrechungen durch die Wiederkehr von Kälte über die 7 Monate, September bis März. Die Ermittelung von Temperatur-Constanten ist daher illusorisch. Ich setze indess dennoch dieselben an, sie gelten für das Blühen in den Monaten December bis März, wenn im Herbste sich keine Blüthen entwickelt hatten, und daher die ersten Blüthen erschienen sind.

B_0 = 25. Jän. ± 10 Σt = 36°1 ± 11·0 Max. 6°6 ± 1·3 Min. 0°8 ± 0·4 6. J.
F_0 = 8. Juni ± 2 „ = 804·2 ± 18·6 „ 19·7 ± 1·0 „ 10·6 ± 0·3 9. „

Die Fruchtreife mit der scharlachrothen Färbung der Früchte angenommen.

XXVII. Elaeagneae.

237. *Hippophaë rhamnoides* L. ♂

B_0 = 10. Mai ± 1 Σt = 383°0 ± 9·4 Max. 15°0 ± 2·2 Min. 8°0 ± 1·2 2. J.

Ein junger Baum, welcher nur in den beiden ersten Jahren (1852 und 1853), später nicht mehr blühte. Ein weiblicher Baum stand nicht in der Nähe, desshalb fehlen die Beobachtungen über die Fruchtreife.

238. *Elaeagnus hortensis* M. B. *angustifolius.*

B_0 = 7. Juni ± 3 Σt = 814°6 ± 15·5 Max. 20°8 ± 1·1 Min. 11°0 ± 0·3 10. J.
F_0 = 12. Sept. ± 3 „ = 2267·3 ± 47·4 „ 17·0 ± 0·6 „ 8·7 ± 0·4 10. „

Die Bestimmung des Tages der Fruchtreife ist ziemlich unsicher, sie wurde angenommen, wenn sich die Früchte auf der Sonnenseite röthlich, auf der Schattenseite gelblich zu färben anfingen.

XXVIII. Aristolochieae.

239.* *Aristolochia Clematitis* L.

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 471°9 ± 19·4 Max. 16°9 ± 1·3 Min. 6°9 ± 0·9 10. J.
F_0 = 2. Sept. ± 3 „ = 2130·2 ± 60·7 „ 15·7 ± 1·8 „ 9·5 ± 0·1 5. „

Es bilden sich nur wenige Früchte und nicht in jedem Jahre. Die Reife ist mit dem Aufspringen der lederigen, grossen, grünen Kapsel angenommen.

240. *Aristolochia Sipho* L.

B_0 = 21. Mai ± 2 Σt = 576°0 ± 18·3 Max. 18°5 ± 1·2 Min. 9°0 ± 0·7 10. J.

Ist an den Traillagen einer gegen West gekehrten Mauer aufgebunden. Früchte bilden sich nie, auch sind immer nur wenige Blüthen.

XXIX. Plantagineae.

241. *Plantago Cynops* L.

B_0 = 18. Mai ± 3 Σt = 534°2 ± 30·6 Max. 15°6 ± 0·9 Min. 8°1 ± 0·7 9. J.
F_0 = 9. Juli ± 1 „ = 1298·4 ± 20·6 „ 21·5 ± 1·0 „ 12·2 ± 1·0 9. „

Als ich mehrere Jahre hindurch im September noch Blüthen fand, glaubte ich, dass die Pflanze zum zweiten Male blühe, es scheint jedoch, wie aus den Beobachtungen der letzten Jahre hervorgeht, das Blühen bis in diese Monate ohne Unterbrechung anzuhalten.

242.* *Plantago lanceolata* L.

B_0 = 8. Mai ± 2 Σt = 425°3 ± 13·2 Max. 18°5 ± 1·2 Min. 8°1 ± 0·7 7. J.
F_0 = 28. Juni ± 5 „ = 1157·2 ± 54·1 „ 21·5 ± 0·8 „ 12·3 ± 0·5 8. „

War 1857 dem Eingehen nahe, erholte sich aber wieder. Blüht im Freien an Standorten, welche durch Insolation mehr begünstigt sind, beträchtlich früher.

243. *Plantago media* L.

B_0 = 25. Mai ± 2 Σt = 620°5 ± 24·9 Max. 18°9 ± 1·1 Min. 10°9 ± 0·3 9. J.
F_0 = 16. Juli ± 3 „ = 1373·1 ± 37·0 „ 20·9 ± 1·2 „ 12·8 ± 1·1 6. „

Blüht an natürlichen, durch Insolation mehr begünstigten Standorten um mehrere Tage früher.

244. *Plantago saxatilis* M. Bieb.

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 359°1 ± 21·0 Max. 16°0 ± 1·4 Min. 6°4 ± 0·8 10. J.
F_0 = 29. Juni ± 2 „ = 1148·1 ± 19·3 „ 20·5 ± 1·1 „ 11·6 ± 0·8 8. „

Bei den Wegetritt-Arten ist die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Kapseln angenommen, jedoch nur in den späteren Jahren, in welchen die kleinen Kapseln genauer untersucht worden sind. In früheren Jahren notirte ich die Fruchreife dann, wann sich die trockenen und entfärbten Kapseln von der Ährenspindel leicht ablösen liessen.

XXX. Plumbagineae.

In dieser Familie sind die Beobachtungen über Blüthe und Fruchtreife unsicher, besonders bei der Gattung *Statice*.

245. *Armeria vulgaris* Willd.

B_0 = 19. Mai ± 1 Σt = 566°9 ± 12·6 Max. 17°0 ± 1·5 Min. 7°7 ± 1·0 8. J.
F_0 = 21. Juni ± 2 „ = 1036·4 ± 20·5 „ 20·9 ± 1·1 „ 11·2 ± 0·8 8. „

Die unsicheren Beobachtungen der beiden ersten Jahre (1852, 1853) ausgelassen.

246. *Statice caspia* Willd.

B_0 = 24. Juli ± 2 Σt = 1544°6 ± 51·0 Max. 23°7 ± 2·5 Min. 13°2 ± 2·0 3. J.

Über die Fruchtreife fehlen die Beobachtungen.

247. *Statice incana.*

B_0 = 14. Juni ± 1 Σt = 927°6 ± 24·1 Max. 20°5 ± 1·5 Min. 11°3 ± 0·7 8. J.
F_0 = 28. Juli ± 1 „ = 1564·3 ± 35·0 „ 24·0 ± 0·3 „ 13·1 ± 1·1 3. „

Die Beobachtungen beginnen 1853. Über die Fruchtreife fehlen in einigen Jahren dieselben.

248. *Statice latifolia* Sm.

B_0 = 22. Juli ± 2 Σt = 1476°4 ± 34·0 Max. 22°3 ± 1·3 Min. 14°0 ± 0·5 6. J.

Blüht in manchen Jahren nicht. Beobachtungen über Fruchtreife fehlen.

249. *Statice Limonium* L.

B_0 = 11. Juli ± 3 Σt = 1332°3 ± 34·6 Max. 22°5 ± 1·7 Min. 13°4 ± 1·1 6. J.

Blüht ebenfalls nicht in jedem Jahre. Keine Aufzeichnungen der Samenreife. Blühte am 21. September 1859 zum zweiten Male.

XXXI. Valerianeae.

250. *Centranthus ruber* D. C.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 746°6 ± 18·5 Max. 20°5 ± 1·2 Min. 9°9 ± 0·3 8. J.
F_0 = 30. Juli ± 3 „ = 1626·3 ± 62·9 „ 24·1 ± 2·0 „ 13·5 ± 0·6 4. „

Die Beobachtungen beginnen 1854. In den letzten Jahren fehlen die Beobachtungen über Fruchtreife.

251.* *Valeriana officinalis* L.

B_0 = 7. Juni ± 1 Σt = 801°2 ± 11·5 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°0 ± 0·4 10. J.
F_0 = 1. Juli ± 1 „ = 1179·1 ± 20·2 „ 18·7 ± 1·2 „ 11·4 ± 0·5 9. „

Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male in der ersten Augusthälfte, 1857 ausnahmsweise erst am 20. September. Blüht an Standorten, die in Beziehung zur Insolation günstiger gelegen sind, im Freien beträchtlich früher.

252.* *Valeriana Phu* L.

B_0 = 22. Mai ± 1 Σt = 586°4 ± 13·6 Max. 18°5 ± 1·0 Min. 9°9 ± 0·6 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 3 „ = 1127·3 ± 23·4 „ 21·9 ± 2·0 „ 12·4 ± 0·1 7. „

Blüht in manchen Jahren im Juli oder August zum zweiten Male.

In dieser Familie ist die Fruchtreife mit der Bildung des *Pappus* angenommen.

XXXII. Dispaceae.

253. *Dipsacus fullonum* L.

B_0 = 11. Juli ± 2 Σt = 1313°8 ± 27·0 Max. 19°7 ± 0·9 Min. 10°9 ± 0·4 7. J.
F_0 = 10. Aug. ± 3 „ = 1741·3 ± 8·2 „ 22·2 ± 1·3 „ 12·1 ± 0·5 4. „

Ging mit 1858 ein. Über Fruchtreife fehlen in den letzten Jahren die Beobachtungen.

254. *Dipsacus silvestris* Huds.

B_0 = 15. Juli ± 2 Σt = 1384°0 ± 39·9 Max. 18°5 ± 1·6 Min. 11°6 ± 1·1 6. J.
F_0 = 11. Aug. ± 1 „ = 1792·9 ± 23·6 „ 23·0 ± 1·1 „ 12·4 ± 0·3 4. „

Wie bei der vorigen Art. Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male im September oder October. Die Fruchtreife ist durch das Schlottern der Frucht in dem entfärbten und vertrockneten Kelche bezeichnet.

255. *Cephalaria tatarica* Schrad. *gigantea.*

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1264°0 ± 105·4 Max. 20°5 ± 5·5 Min. 13°0 ± 1·3 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst in den letzten Jahren.

256. *Knautia ciliata* Coult.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 782°4 ± 27·9 Max. 19°7 ± 1·5 Min. 10°4 ± 0·2 4. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1858, über die Fruchtreife sind sie abgängig.

257. *Scabiosa caucasica* M. Bieb. *heterophylla.*

B_0 = 16. Juli ± 6 Σt = 1376°3 ± 72·7 Max. 20°6 ± 1·1 Min. 11°5 ± 0·4 8. J.
F_0 = 4. Aug. ± 9 „ = 1689·0 ± 50·4 „ 20·5 ± 1·0 „ 12·0 ± 2·0 3. „

Der beschattete Standort scheint dieser Pflanze nicht zu behagen, da die Zeiten der Blüthe so schwankend sind und sich in verschiedenen Jahren zwischen dem 21. Juni und 5. August bewegen; also weiter gestellt sind, als bei irgend einer der beobachteten Pflanzen. Über Fruchtreife sind die Beobachtungen lückenhaft.

258. *Scabiosa Columbaria* Coult.

B_0 = 30. Juni ± 4 Σt = 1130°7 ± 42·0 Max. 22°8 ± 1·5 Min. 13°0 ± 0·3 6. J.
F_0 = 22. Juli ± 6 „ = 1482·1 ± 63·9 „ 21·7 ± 1·7 „ 12·2 ± 1·2 5. „

Ging ein mit dem Jahre 1858.

259. *Scabiosa ochroleuca* L.

B_0 = 29. Juni ± 3 Σt = 1127°7 ± 42·0 Max. 18°9 ± 2·8 Min. 10°1 ± 1·3 4. J.
F_0 = 30. Juli ± 3 „ = 1597·0 ± 37·4 „ 22·6 ± 2·3 „ 12·4 ± 0·4 5. „

Ging ein mit 1857.

260.* *Scabiosa Succisa* L.

B_0 = 4. Aug. ± 1 Σt = 1677°5 ± 17·4 Max. 22°7 ± 1·2 Min. 13°6 ± 0·5 9. J.
F_0 = 6. Septb. ± 2 „ = 2188·5 ± 37·6 „ 17·9 ± 1·0 „ 10·4 ± 0·2 6. „

Bei den Arten der Gattung *Scabiosa* ist die Fruchtreife dann angenommen, wann sich die vom vertrockneten und entfärbten Kelchsaume gekrönten Früchte von dem Blüthenlager leicht abschieben lassen.

XXXIII. Compositae.

Bei den Compositen ist die Blüthe notirt worden, wenn sich die Scheibenblümchen öffneten und die Staubgefässe hervordrangen. Gleichzeitig breiten sich fast immer auch die Strahlblümchen, welche oft den Rand der Scheibe umgeben, horizontal aus. Die Bildung des *Pappus* gilt als Zeichen der Fruchtreife, wo der *Pappus* fehlt, ist die Achenen-Ausstreuung als solches angenommen.

261. *Eupatorium ageratoides* L.

B_0 = 23. Juli ± 6 Σt = 1481°7 ± 85·6 Max. 20°7 ± 0·4 Min. 13°1 ± 0·5 2. J.
F_0 = 2. Septb. ± 2 „ = 2191·7 ± 60·1 „ 19·1 ± 0·6 „ 10·5 ± 2·5 2. „

Die Beobachtungen beginnen erst 1854, mit dem Jahre 1855 ging die Pflanze ein.

262.* *Eupatorium cannabinum* L.

B_0 = 5. Juli ± 2 Σt = 1231°9 ± 20·6 Max. 20°6 ± 1·1 Min. 12°4 ± 0·4 10. J.
F_0 = 9. Aug. ± 2 „ = 1745·6 ± 28·1 „ 23·8 ± 1·3 „ 12·2 ± 0·5 9. „

263. *Eupatorium purpureum* (Aut.?).

B_0 = 9. Aug. ± 2 Σt = 1774°9 ± 60·5 Max. 21°9 ± 2·0 Min. 12°3 ± 1·1 3. J.
F_0 = 19. Sept. ± 1 „ = 2351·0 ± 37·5 „ 16·9 ± 0·1 „ 8·6 ± 1·9 2. „

Die Beobachtungen beginnen 1854 und enden 1856, weil die Pflanze einging.

264. *Eupatorium syriacum* Jacq.

B_0 = 24. Sept. ± 5 Σt = 2375°6 ± 67·8 Max. 15°2 ± 0·6 Min. 8°3 ± 0·9 8. J.

Wegen später Blüthezeit entwickeln sich keine Früchte.

Bei dem Wasserdost ist die Fruchtreife mit dem Erscheinen der Federkrone *(Pappus)* angenommen.

265.* *Tussilago Petasites* L.

B_0 = 6. April ± 3 Σt = 194°2 ± 5·1 Max. 13°1 ± 1·9 Min. 4°1 ± 1·2 8. J.
F_0 = 2. Mai ± 4 „ = 411·8 ± 22·0 „ 14·6 ± 1·0 „ 3·6 ± 1·1 3. „

In manchen Jahren bleiben die Blüthen aus.

266.* *Tussilago Farfara* L.

B_0 = 10. März ± 4 Σt = 94°2 ± 6·1 Max. 9°0 ± 1·3 Min. 2°2 ± 0·5 9. J.
F_0 = 17. April ± 3 „ = 202·6 ± 12·9 „ 15·4 ± 1·1 „ 3·6 ± 1·5 6. „

Ging einigemal ein und wurde wieder durch Pflanzen von natürlichen Standorten ersetzt.

Bei den Huf-Lattig-Arten ist die Fruchtreife mit der Bildung der Haarkrone angenommen.

267. *Aster alpinus* L.

B_0 = 15. Mai ± 2 Σt = 479°9 ± 8·2 Max. 17°1 ± 2·3 Min. 7°0 ± 0·9 7. J.
F_0 = 2. Juli ± 11 „ = 1155·4 ± 76·5 „ 20·0 ± 0·7 „ 12·0 ± 0·2 2. „

Ging mit dem Jahre 1858 ein. Der *Pappus*, als Zeichen der Fruchtreife, kam nur selten zur Entwickelung. Standort etwas beschattet.

268. *Aster Amellus* L. *latifolius*.

B_0 = 13. Aug. ± 4 Σt = 1904°6 ± 27·4 Max. 19°4 ± 1·1 Min. 11°9 ± 0·1 4. J.
F_0 = 4. Oct. ± 5 „ = 2503·1 ± 36·6 „ 16·7 ± 1·2 „ 8·1 ± 1·3 5. „

Entwickelt in dem, im Sommer gewöhnlich ausgetrockneten Boden, in dem die Pflanze wurzelt, meistens nur kümmerliche Blüthen. Aus diesem Grunde sind die Epochen als verspätete anzusehen, besonders im Vergleiche zu Pflanzen von Standorten im Freien, welche durch die Exposition begünstigt sind.

269. *Aster grandiflorus* L.

B_0 = 18. Oct. ± 6 Σt = 2579°8 ± 59·8 Max. 13°5 ± 2·4 Min. 6°8 ± 0·8 3. J.

Ging schon mit 1855 ein. Wegen später Blüthezeit keine Fruchtreife.

270. *Aster Novae Angliae* Ait.

Ist zur Ableitung von Constanten nicht geeignet. In mehreren Jahren schwankte zwar die Blüthezeit zwischen dem 8. September und 10. October. Aber einmal, nämlich 1854 blühte die Pflanze schon am 30. Juni! Sie wurzelt an einem ziemlich beschatteten, im Sommer gewöhnlich ausgetrockneten Boden.

271. *Aster novi Belgii* Nees.

Zeigt dieselben Schwankungen, wie die frühere, zwischen noch weiteren Grenzen. Sie theilt auch den Standort mit der vorigen.

272. *Aster pilosus* Willd.

B_0 = 12. Sept. ± 3 Σt = 2248°2 ± 47·2 Max. 14°4 ± 0·8 Min. 8°9 ± 1·1 7. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Blüht zu spät, um die Samen zur Reife bringen zu können.

273. *Aster pyrenaeus* Desf.

B_0 = 9. Sept. ± 2 Σt = 2179°9 ± 31·4 Max. 17°6 ± 1·9 Min. 7°1 ± 1·5 2. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854. Ging schon im folgenden Jahre ein.

274. *Erigeron acre* L.

B_0 = 14. Juni ± 4 Σt = 902°4 ± 63·2 Max. 17°9 ± 3·0 Min. 11°4 ± 1·5 5 J.
F_0 = 11. Juli ± 4 „ = 1309·3 ± 68·2 „ 20·5 ± 1·4 „ 12·0 ± 0·8 4. „

Die Beobachtungen beginnen erst 1855. Blühte zuletzt nicht mehr alljährlich.

275. *Erigeron canadensis* L.

B_0 = 9. Juli ± 5 Σt = 1264°8 ± 7·0 Max. 19°8 ± 0·3 Min. 12°1 ± 0·1 3. J.
F_0 = 22. „ ± 2 „ = 1459·7 ± 2·7 „ 20·5 ± 2·5 „ 12·6 ± 0·2 3. „

Die Beobachtungen beginnen mit 1855 und enden 1857, weil die Pflanze einging.

276. *Solidago altissima* L.

B_0 = 21. Aug. ± 2 Σt = 1921°6 ± 23·1 Max. 21°4 ± 1·8 Min. 11°9 ± 0·6 4—6.[1] J.
F_0 = 26. Sept. ± 3 „ = 2375·8 ± 41·6 „ 18·6 ± 0·7 „ 8·8 ± 0·4 2. „

In sehr trockenen Jahren kommen die Blüthenknospen viel später zur Entwickelung. Wegen später Blüthezeit reifen die Samen nur in manchen Jahren.

277. *Solidago canadensis* L.

B_0 = 4. Aug. ± 3 Σt = 1674°5 ± 38·1 Max. 24°8 ± 2·0 Min. 13°0 ± 0·3 4. J.
F_0 = 7. Sept. ± 8 „ = 2178·7 ± 73·7 „ 19·6 ± 0·2 „ 9·8 ± 1·4 3. „

Ging ein mit dem Jahre 1856.

278. *Solidago confertiflora* D. C.

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 626°3 ± 21·7 Max. 17°8 ± 0·7 Min. 10°1 ± 0·3 9. J.
F_0 = 22. Juni ± 3 „ = 1029·4 ± 23·2 „ 21·6 ± 1·0 „ 12·5 ± 0·4 9. „

Ging mit dem Jahre 1860 ein. Ist die erste der blühenden Goldruthen.

279. *Solidago laevigata* Ait.

B_0 = 15. Oct. ± 2 Σt = 2613°0 ± 51·4 Max. 13°4 ± 1·0 Min. 5°3 ± 0·7 8. J.

Blüht viel zu spät, um zur Samenreife zu gelangen und ist die letzte der blühenden Goldruthen.

280. *Solidago rigida* Ait.

B_0 = 10. Aug. ± 2 Σt = 1760°2 ± 25·7 Max. 20°8 ± 0·1 Min. 11°0 ± 1·2 4. J.
F_0 = 18. Oct. ± 1 „ = 2673·5 ± 89·7 „ 13·9 ± 1·1 „ 7·3 ± 1·6 3. „

In mehreren Jahren fehlen die Beobachtungen. In trockenen Jahren entwickelt sich der *Pappus* äusserst langsam.

281. *Solidago Virgaurea* L.

B_0 = 26. Juni ± 2 Σt = 1082°1 ± 24·6 Max. 21°7 ± 1·1 Min. 11°9 ± 0·6 10. J.
F_0 = 13. Aug. ± 7 „ = 1799·3 ± 70·1 „ 22·1 ± 1·4 „ 11·8 ± 1·0 8. „

In Betreff des *Pappus* gilt dieselbe Bemerkung wie bei der vorigen.

Die gemeine Goldruthe gelangt im botanischen Garten beträchtlich früher zur Blüthe als an natürlichen Standorten der Umgebung Wiens.

282. *Linosyris vulgaris* Cass.

B_0 = 31. Aug. ± 1 Σt = 2093°9 ± 35·0 Max. 21°0 ± 1·1 Min. 10°1 ± 0·6 9. J.
F_0 = 5. Oct. ± 2 „ = 2541·2 ± 32·2 „ 16·5 ± 0·4 „ 8·1 ± 0·1 10. „

283. *Inula Britannica* L.

B_0 = 23. Juli ± 2 Σt = 1458°4 ± 56·6 Max. 18°7 ± 1·4 Min. 12°2 ± 1·4 3. J.
F_0 = 26. Aug. ± 3 „ = 1968·6 ± 51·3 „ 19·6 ± 0·8 „ 10·8 ± 0·4 3. „

Ging mit dem Jahre 1855 ein.

284. *Inula germanica* L.

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1182°7 ± 18·2 Max. 20°5 ± 1·1 Min. 11°6 ± 0·6 10. J.
F_0 = 19. Aug. ± 3 „ = 1946·5 ± 39·5 „ 21·6 ± 1·5 „ 12·7 ± 0·3 10. „

285.* *Inula Helenium* L.

B_0 = 11. Juli ± 1 Σt = 1310°4 ± 20·2 Max. 21°5 ± 1·0 Min. 11°8 ± 0·4 10. J.
F_0 = 11. Aug. ± 3 „ = 1804·6 ± 55·2 „ 24·3 ± 1·2 „ 10·0 ± 1·0 8. „

Die Pflanze vertrocknet in manchen Jahren, bevor die Samen reifen.

[1]) Für das Max. und Min.

286. *Inula hirta* L.

B_0 = 3. Juni ± 1 Σt = 754°7 ± 29·3 Max. 20°2 ± 1·2 Min. 10°1 ± 0·7 9. J.
F_0 = 13. Aug. ± 10 „ = 1797·2 ± 92·2 „ 21·7 ± 2·3 „ 12·8 ± 1·2 5. „

Die Beobachtungen über Samenreife sind sehr unsicher.

287. *Inula Oculus Christi* L.

B_0 = 29. Juni ± 1 Σt = 1003°1 ± 21·4 Max. 19°7 ± 1·3 Min. 11°8 ± 0·7 7. J.
F_0 = 24. Juli ± 2 „ = 1543·6 ± 30·7 „ 23·7 ± 1·6 „ 14·0 ± 0·3 6. „

Ging mit dem Jahre 1859 beinahe ganz ein.

288. *Inula salicina* L.

B_0 = 22. Juni ± 1 Σt = 1026°7 ± 17·2 Max. 21°7 ± 1·5 Min. 12°6 ± 0·8 10. J.
F_0 = 20. Aug. ± 3 „ = 1952·6 ± 29·3 „ 21·6 ± 1·7 „ 13·2 ± 0·3 7. „

289. *Inula squarrosa* L.

B_0 = 8. Juli ± 2 Σt = 1253°0 ± 12·7 Max. 21°3 ± 1·1 Min. 12°0 ± 0·3 8. J.
F_0 = 25. Aug. ± 9 „ = 2035·6 ± 41·0 „ 19·1 ± 1·0 „ 11·6 ± 1·0 9. „

290. *Inula thapsoides* Spr.

B_0 = 19. Juli ± 2 Σt = 1449°2 ± 19·1 Max. 91°4 ± 1·2 Min. 12°0 ± 0·3 7. J.
F_0 = 13. Sept. ± 6 „ = 2215·9 ± 90·8 „ 18·2 ± 1·5 „ 7·8 ± 0·2 5. „

Wenn der *Pappus* bei den Alant-Arten seiner Ausbildung nahe ist, hängt seine Ausbreitung, falls der Boden trocken ist, wie fast in jedem Spätsommer, weit weniger von der Temperatur, als von den atmosphärischen Niederschlägen ab. Nach einem Regentage bildet sich dann gewöhnlich der *Pappus*, den man früher seit einer längeren Zeit schon täglich erwartete.

291. *Silphium laciniatum* L.

B_0 = 29. Juli ± 2 Σt = 1600°6 ± 20·7 Max. 21°3 ± 1·4 Min. 12°8 ± 0·5 10. J.
F_0 = 23. Sept. ± 0 „ = 2411·3 ± 43·8 „ 16·1 ± 3·4 „ 6·6 ± 1·0 2. „

Die Pflanze stirbt nach der Blüthe fast in jedem Jahre ab und vertrocknet, ehe die Samen zur Reife gelangen.

292. *Silphium integrifolium* Michx.

B_0 = 10. Juli ± 2 Σt = 1313°6 ± 23·0 Max. 22°8 ± 1·1 Min. 12°3 ± 0·5 10. J.
F_0 = 7. Sept. ± 2 „ = 2192·4 ± 25·4 „ 17·8 ± 1·0 „ 10·6 ± 1·0 8. „

Auch die Pflanzen dieser Art vertrocknen in manchen Jahren, bevor die Samen reifen.

293. *Silphium perfoliatum* L. *Hornemanni.*

B_0 = 5. Juli ± 2 Σt = 1232°8 ± 24·2 Max. 20°6 ± 1·5 Min. 11°9 ± 0·4 10. J.
F_0 = 21. Aug. ± 3 „ = 1963·4 ± 17·6 „ 22·0 ± 1·7 „ 13·5 ± 0·4 7. „

Hier gilt dieselbe Bemerkung, wie bei der vorigen Art.

294. *Silphium ternatum* L. *atropurpureum.*

B_0 = 3. Mai ± 2 Σt = 1189°3 ± 19·4 Max. 20°9 ± 1·4 Min. 13°0 ± 0·4 10. J.
F_0 = 21. Aug. ± 2 „ = 1967·1 ± 21·4 „ 20·7 ± 1·2 „ 12·1 ± 0·5 10. „

Bei den Sylphien-Arten bildet sich kein *Pappus.* Es ist daher die Ausstreuung der Achenen als Zeichen der Fruchtreife angenommen, deren Zeitpunkt sich auf diese Weise sehr genau ermitteln lässt.

295. *Heliopsis scabra* Dun.

B_0 = 11. Juli ± 3 Σt = 1336°1 ± 40·0 Max. 21°4 ± 1·2 Min. 12°1 ± 0·5 8. J.
F_0 = 1. Sept. ± 5 „ = 2066·1 ± 39·9 „ 20·1 ± 1·9 „ 12·4 ± 1·3 6. „

296. *Echinacea purpurea* Mönch.

B_0 = 2. Aug. ± 4 Σt = 1653°7 ± 61·0 Max. 21°8 ± 2·0 Min. 12°1 ± 1·0 6. J.

Entwickelte sich nur kümmerlich, wurde auf einen anderen Standort verpflanzt und ging endlich mit dem Jahre 1858 ein.

297. *Rudbeckia fulgida* Ait.

B_0 = 25. Juni ± 2 Σt = 1049°5 ± 15·8 Max. 16°8 ± 0·4 Min. 10°7 ± 0·5 2. J.

Die Beobachtungen beginnen 1854 und enden im folgenden Jahre, weil die Pflanze einging.

298. *Rudbeckia hirta* L.

B_0 = 26. Juni ± 2 Σt = 1099°6 ± 33·2 Max. 21°0 ± 3·0 Min. 12°7 ± 2·8 3. J.
F_0 = 2. Aug. ± 10 „ = 1651·5 ± 13·0 „ 18·7 ± 1·5 „ 12·1 ± 0·9 2. „

Kam in dem trockenen Boden nur in manchen Jahren zur Blüthe und Samenreife und ging endlich 1857 ganz ein.

299. *Rudbeckia speciosa* Wenderoth.

B_0 = 27. Juli ± 2 Σt = 1520°7 ± 29·0 Max. 21°5 ± 1·0 Min. 11°4 ± 1·2 7. J.
F_0 = 21. Sept. ± 4 „ = 2382·3 ± 86·1 „ 16·0 ± 2·1 „ 7·7 ± 1·0 3. „

Auch diese Art entwickelte sich in dem trockenen Boden nur kümmerlich. Die Fruchtreife ist mit der Achenen-Ausstreuung angenommen.

300. *Obeliscaria pinnata* Cass.

B_0 = 18. Juli ± 6 Σt = 1468°6 ± 57·0 Max. 20·5 ± 2·1 Min. 10°6 ± 1·7 3. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1855 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

301. *Calliopsis bicolor* Reichb. ⊙ S = 13. Juni ± 11.

B_0 = 13. Sept. ± 11 Σt = 1394°2 ± 15·2 Max. 17°6 ± 1·0 Min. 10°2 ± 0·1 2—3.[1]) J.

Über Samenreife keine Beobachtungen.

302. *Coreopsis lanceolata* L.

B_0 = 22. Juni ± 1 Σt = 1026°9 ± 23·3 Max. 20°1 ± 1·0 Min. 11°5 ± 0·4 10. J.
F_0 = 25. Juli ± 2 „ = 1403·7 ± 30·3 „ 21·7 ± 0·5 „ 11·5 ± 0·9 9. „

Die Samenreife mit der Achenen-Ausstreuung angenommen. Im Jahre 1858 vertrocknete die Pflanze früher.

303.* *Helianthus annuus* L. ⊙.

B_0 = 16. Aug. ± 2 Σt = 1511°9 ± 13·9 Max. 20°8 ± 1·1 Min. 11°9 ± 0·6 2—6.[2]) J.
F_0 = 15. Sept. ± 5 „ = 1947·6 ± 50·4 „ 17·5 ± 1·7 „ 9·6 ± 0·5 2—6. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn sich die Achenen leicht vom Fruchtboden lösen liessen.

304. *Helianthus giganteus* L.

B_0 = 13. Aug. ± 5 Σt = 1783°5 ± 30·4 Max. 18°9 ± 2·0 Min. 10°4 ± 1·3 3—6.[3]) J.

Die Epoche und Temperatur-Constante der Blüthe gelten nur für Jahre mit genügender Regenmenge, für trockene Jahre erhält man:

---

[1]) 3. J. für Max. Min.
[2]) 6. „ „ „ „
[3]) „ „ „ „ „

B_0 = 9. Sept. ± 2 Σt = 2237°8 ± 52·6.

Wegen später Blüthezeit reifen nur selten die Samen.

305. *Helianthus grosse-serratus* Mert.

B_0 = 2. Oct ± 2 Σt = 2426°8 ± 20·2 Max. 14°3 ± 1·7 Min. 5°7 ± 2·4 4. J.

Wurde 1856 überpflanzt und kommt nicht in jedem Jahre zur Blüthe.

306. *Helianthus multiflorus* L.

B_0 = 22. Juli ± 5 Σt = 1472°7 ± 80·3 Max. 23°3 ± 1·2 Min. 12°5 ± 0·4 5. J.
F_0 = 19. Septb. ± 6 „ = 2303·3 ± 70·8 „ 17·0 ± 2·5 „ 6·4 ± 1·3 2. „

Hatte in den früheren Jahren gefüllte, in den späteren einfache Blüthen und beschleunigte sich zugleich die Blüthezeit. Die Samen kommen nur in manchen Jahren zur Reife. Ging mit 1851 ein.

307. *Helianthus orygalis* D. C.

B_0 = 15. Sept. ± 3 Σt = 2299°5 ± 61·8 Max. 17°7 ± 0·7 Min. 9°5 ± 0·4 9. J.

Bringt wegen später Blüthezeit die Samen nicht zur Reife.

308. *Helianthus tuberosus* L.

Kam während zehn Beobachtungsjahren nur einmal zur Blüthe, nämlich am 7. October 1853.

309. *Helianthus tracheliformis* Willd.

B_0 = 6. Aug. ± 4 Σt = 1712°5 ± 132·2 Max. 20°1 ± 1·9 Min. 11°9 ± 1·7 2. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet.

310. *Bidens tripartita* L.

B_0 = 25. Aug. ± 0 Σt = 2005°7 ± 42·8 Max. 20°0 ± 2·6 Min. 12°5 ± 1·2 4. J.
F_0 = 26. Sept. ± 2 „ = 2437·5 ± 44·7 „ 15·4 ± 1·2 „ 7·4 ± 1·3 7. „

Wächst an der inneren Mauer eines Bassins nahe an der Wasserfläche. Die Fruchtreife ist mit der Achenen-Ausstreuung angenommen. Als im Jahre 1856 die Mauer mit frischem Kalkanwurf versehen wurde, ging die Pflanze ein, pflanzte sich jedoch 1859 wieder von selbst an. Von dem letzteren Jahre an fehlen die Beobachtungen über Blüthe.

311. *Verbesina Phaetusa* Cassin.

B_0 = 10. Oct. ± 0·0 Σt = 2508°8 ± 10·0 Max. 11°1 ± 2·9 Min. 6°1 ± 1·4 3. J.

Kam seit 1855 nicht mehr zur Blühte, sondern vertrocknete alljährlich, ehe die Blüthen sich entwickelten.

312. *Tagetes patula* L. ⊙ S = 13. Juni ± 11.

B_0 = 10. Aug. ± 15 Σt = 886°3 ± 70·0 Max. 23°9 ± 1·5 Min. 15°0 ± 1·5 2. J.

Über die Samenreife sind die Beobachtungen unvollständig.

313. *Gaillardia aristata* Pursh.

B_0 = 9. Juni ± 2 Σt = 833°8 ± 30·9 Max. 20°7 ± 1·1 Min. 11°7 ± 0·1 8. J.
F_0 = 12. Juli ± 4 „ = 1334·9 ± 25·9 „ 21·1 ± 1·7 „ 11·9 ± 0·7 7. „

314. *Gaillardia Drummondii* D. C.

B_0 = 5. Juni ± 3 Σt = 800°8 ± 40·9 Max. 23°5 ± 0·3 Min. 11°1 ± 0·2 2. J.

Erhielt sich unter diesem Namen nur zwei Jahre und wurde dann mit einer der übrigen beobachteten Arten der Gattung vereint, ohne dass ich dieselbe anzugeben im Stande bin.

315. *Gaillardia lanceolata* Mich.

B_0 = 4. Juni ± 1	Σt = 778°8 ± 14·1	Max. 21°6 ± 1·0	Min. 10°9 ± 0·5	8. J.
F_0 = 12. Juli. ± 1	„ = 1331·3 ± 40·3	„ 21·6 ± 0·7	„ 12·3 ± 0·4	8. „

Die Beobachtungen beginnen 1854.

316 *Gaillardia pulchella* Fouger.

B_0 = 5. Juni ± 3	Σt = 778°1 ± 30·1	Max. 18°7 ± 2·1	Min. 10°2 ± 1·0	6. J.
F_0 = 8. Juli ± 2	„ = 1279·1 ± 21·9	„ 21·3 ± 2·4	„ 11·9 ± 0·4	2. „

Die Lücken in den Beobachtungen bei der Gattung *Gaillardia* haben meistens den Wechsel der Namen im Laufe der Jahre zum Grund, indem wahrscheinlich die Unterschiede der Arten wenig constant sind. Die Fruchtreife ist dann angenommen, wenn die Achenen sich vom Fruchtboden leicht abstreifen lassen.

317. *Helenium autumnale* L. *serratifolium.*

B_0 = 1. Aug. ± 2	Σt = 1655°2 ± 75·1	Max. 22°0 ± 3·4	Min. 13°6 ± 2·3	6. J.
F_0 = 31. „ ± 5	„ = 2071·8 ± 43·5	„ 21·4 ± 0·9	„ 12·1 ± 0·3	4. „

Wurde im Jahre 1856 an einen andern Standort verpflanzt, daher fehlen die Beobachtungen von diesem und dem folgenden Jahre. Die Samenreife ist auf dieselbe Weise wie bei der vorigen Gattung bestimmt.

318.* *Anthemis nobilis* L.

B_0 = 27. Juni ± 2	Σt = 1108°6 ± 25·4	Max. 21°5 ± 2 0	Min. 13°4 ± 0·5	9. J.
F_0 = 28. Juli ± 4	„ = 1605·2 ± 85·2	„ 21·3 ± 0·8	„ 13·5 ± 0·6	7. „

319. *Anthemis tinctoria* L. *pallida.*

B_0 = 11. Juni ± 1	Σt = 856°1 ± 20·3	Max. 20°4 ± 1·3	Min. 10°8 ± 0·9	10. J.
F_0 = 25. Juli ± 3	„ = 1515·9 ± 34·5	„ 22·2 ± 1·1	„ 12·9 ± 0·1	7. „

Blüht in manchen Jahren, jedoch mit Unterbrechungen bis in October, so dass man versucht sein könnte, eine zweite Blüthezeit anzunehmen. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Achenen in den vertrockneten und entfärbten Kelchen schlotterten.

320. *Achillea magna* Hänke.

B_0 = 12. Juni ± 2	Σt = 830°2 ± 56·2	Max. 18°7 ± 0·6	Min. 12°4 ± 1·1	7. J.
F_0 = 10. Aug. ± 8	„ = 1770·7 ± 2·2	„ 20·8 ± 2·6	„ 11·0 ± 2·6	2. „

Ging schon mit dem Jahre 1854 ein. Blühte am 17. August 1852 zum zweiten Male.

321.* *Achillea Millefolium* L.

B_0 = 21. Juni ± 3	Σt = 1006°3 ± 39·4	Max. 21°1 ± 0·8	Min. 11°8 ± 0·7	7. J.
F_0 = 12. Aug. ± 2	„ = 1807·0 ± 45·0	„ 21·3 ± 1·4	„ 12·0 ± 0·5	7. „

Wurde 1857 überpflanzt, wesshalb die Beobachtungen von diesem und dem folgenden Jahre fehlen. Hat seitdem einen hohen Wuchs angenommen.

322* *Achillea nobilis* L.

B_0 = 17. Juni ± 6	Σt = 908°1 ± 55·0	Max. 23°5 ± 1·7	Min. 13°0 ± 1·2	4. J.
F_0 = 28. Juli ± 4	„ = 1599·5 ± 85·2	„ 21·3 ± 0·8	„ 13·5 ± 0·6	5. „

War einige Jahre hindurch dem Eingehen nahe.

323. *Achillea tomentosa* L.

B_0 = 24. Mai ± 1 Σt = 611°0 ± 19·4 Max. 19°4 ± 1·0 Min. 10°1 ± 0·4 10. J.

F_0 = 4. Juli ± 4 „ = 1202·3 ± 25·5 „ 20·9 ± 1·4 „ 11·1 ± 0·5 7. „

Blüht in manchen Jahren im August zum zweiten Male.

Bei den Arten der Schaafgarbe ist die Samenreife mit der Achenen-Ausstreuung angenommen.

324.* *Anacyclus Pyrethrum* D. C.

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 567°8 ± 15·2 Max. 17°1 ± 1·5 Min. 8°3 ± 1·1 9. J.

Blüht nicht selten im August oder September zum zweiten Male. Beobachtungen über Fruchtreife fehlen.

325. *Ptarmica alpina* D. C.

B_0 = 23. Juni ± 3 Σt = 1002°4 ± 10·8 Max. 21°5 ± 2·0 Min. 12°6 ± 1·1 3. J.

F_0 = 24. Aug. ± 7 „ = 2018·7 ± 6·3 „ 19·5 ± 0·3 „ 9·5 ± 0·0 2. „

Ging mit dem Jahre 1854 ein.

326. *Ptarmica vulgaris* D. C.

B_0 = 23. Juni ± 2 Σt = 1037°9 ± 21·0 Max. 21°4 ± 1·7 Min. 11°0 ± 0·7 6. J.

F_0 = 21. Aug. ± 3 „ = 1968·9 ± 25·5 „ 21·7 ± 1·2 „ 13·0 ± 0·5 5. „

Ging im Jahre 1858 ein. Fruchtreife wie bei *Achillea.*

327.* *Matricaria Chamomilla* L. (2)

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 556°4 ± 16·9 Max. 16°2 ± 1·2 Min. 7°1 ± 1·0 10. J.

F_0 = 19. Juli ± 2 „ = 981·3 ± 22·6 „ 21·0 ± 1·4 „ 12·5 ± 0·4 10. „

Die Samenreife ist mit der Achenen-Ausstreuung angenommen, welche sich gut beobachten lässt.

328. *Pyrethrum chinense* Sab.

B_0 = 25. Oct. ± 2 Σt = 2696°5 ± 37·6 Max. 12°2 ± 0·4 Min. 6°8 ± 0·7 5. J.

Ging 1856 ein und ist später an einem anderen Standorte beobachtet worden.

329.* *Pyrethrum Parthenium* L.

B_0 = 9. Juni ± 2 Σt = 845°9 ± 16·6 Max. 20°2 ± 1·6 Min. 11°2 ± 0·8 9. J.

F_0 = 17. Juli ± 2 „ = 1427·5 ± 19·4 „ 21·7 ± 1·1 „ 12·7 ± 0·7 8. „

Scheint in manchen Jahren zum zweiten Male im August oder September zu blühen. Die Fruchtreife mit der Achenen-Ausstreuung angenommen.

330. *Chrysanthemum coronarium* L. ⊙ S = 17. Juni ± 8.

B_0 = 25. Aug. ± 11 Σt = 1117°4 ± 25·9 Max. 16°6 ± 0·9 Min. 10°3 ± 1·0 2—3. J.

Über die Fruchtreife sind die Beobachtungen unvollständig.

331.* *Artemisia Absinthium* L.

B_0 = 10. Aug. ± 1 Σt = 1803°0 ± 27·4 Max. 21°1 ± 0·8 Min. 13°0 ± 0·2 10. J.

Über Samenreife keine Beobachtungen angestellt.

332. *Artemisia vulgaris* L. *coarctata.*

B_0 = 19. Juli ± 3 Σt = 1446°7 ± 54·3 Max. 21°2 ± 1·6 Min. 13°7 ± 0·6 8. J.

F_0 = 16. Sept. ± 3 „ = 2377·2 ± 22·7 „ 13·1 ± 2·3 „ 8·5 ± 2·3 2. „

An einem beschatteten Standorte und dennoch beträchtlich früher als die gemeine Varietät im Freien blühend. Die Samenreife kaum bestimmbar. Ging mit dem Jahre 1859 ein.

333. *Tanacetum Leucanthemum* Schultz.

B_0 = 21. Mai ± 2	Σt = 565°5 ± 15·1	Max. 18°2 ± 6·8	Min. 9°2 ± 0·3	10. J.
F_0 = 27. Juni ± 2	„ = 1092·4 ± 20·0	„ 22·0 ± 1·5	„ 11·8 ± 0·6	9. „

Die Samenreife angenommen, wenn die Achenen sich leicht vom Fruchtboden abstreifen lassen.

334.* *Tanacetum vulgare* L.

B_0 = 17. Juli ± 1	Σt = 1422°7 ± 20·7	Max. 21°9 ± 0·7	Min. 13°1 ± 0·3	10. J.
F_0 = 21. Aug. ± 2	„ = 1988·3 ± 24·9	„ 21·1 ± 1·4	„ 13·0 ± 0·8	9. „

Die Samenreife so wie bei *Tanacetum* bestimmt.

335.* *Doronicum Pardalianches* L.

B_0 = 6. Mai ± 2	Σt = 413°2 ± 17·7	Max. 17°0 ± 1·2	Min. 6°6 ± 0·9	10. J.
F_0 = 29. „ ± 3	„ = 693·9 ± 7·1	„ 19·0 ± 1·7	„ 9·3 ± 1·2	5. „

In den letzten Jahren die Samenreife nicht beobachtet. Bildet gleichsam den Übergang zwischen den Compositen ohne und mit *Pappus*.

336. *Cacalia suaveolens* L.

B_0 = 25. Juli ± 1	Σt = 1510°8 ± 0·9	Max. 21°7 ± 3·6	Min. 12°5 ± 1·2	2. J.
F_0 = 30. Aug. ± 3	„ = 2066·8 ± 32·3	„ 16·6 ± 2·0	„ 9·5 ± 0·1	2. „

Die Beobachtungen beginnen 1854 und enden 1855, weil die Pflanze in den folgenden Jahren im Eingehen begriffen war.

337. *Senecio aquaticus* Huds.

B_0 = 5. Juni ± 6	Σt = 753°5 ± 58·6	Max. 20°2 ± 0·2	Min. 10°3 ± 0·8	3. J.
F_0 = 12. Sept. ± 4	„ = 1307·5 ± 48·0	„ 20·2 ± 1·0	„ 13·2 ± 1·1	3. „

Ging ein mit dem Jahre 1854.

338. *Senecio coriaceus* Ait.

B_0 = 23. Juni ± 1	Σt = 1045°2 ± 21·7	Max. 18°5 ± 1·2	Min. 10°7 ± 0·2	9. J.
F_0 = 15. Juli ± 2	„ = 1379·8 ± 27·0	„ 21·6 ± 0·6	„ 12·8 ± 0·2	9. „

339. *Senecio Jacobaea.* L.

B_0 = 27. Juli ± 2	Σt = 1518°6 ± 29·2	Max. 23°4 ± 1·1	Min. 13°1 ± 0·1	3. J.
F_0 = 22. Aug. ± 1	„ = 1918·0 ± 18·6	„ 22·5 ± 4·1	„ 12·7 ± 1·7	3. „

Ging mit 1854 ein.

340. *Senecio Jacobaea* L. *campestris.*

B_0 = 7. Juni. ± 1	Σt = 830°1 ± 45·9	Max. 23°3 ± 0·8	Min. 11°4 ± 0·2	5. J.
F_0 = 13. Juli. ± 0	„ = 1305·4 ± 4·4	„ 20°0 ± 0·7	„ 12·1 ± 0·0	2. „

Die Beobachtungen beginnen mit dem Jahre 1856 und fehlen in einigen Jahren über die Samenreife, welche mit der Entwickelung des *Pappus* angenommen ist.

341. *Echinops Ritro* L. *polycephala.*

B_0 = 22. Juli ± 5	Σt = 1467°5[1] ± 89·0	Max. 19°4 ± 1·1	Min. 11°7 ± 0·3	5. J.
F_0 = 20. Aug. ± 2	„ = 1963·7 ± 25·9	„ 21·5 ± 0·7	„ 13·8 ± 0·5	3. „

Ging ein mit 1857.

[1] Mit Ausschluss des anormalen Jahres 1854 erhält man B_0 = 27. Juli ± 2 Σt = 1542°8 ± 61·1.

342. *Echinops sphaerocephalus* L.

B_0 = 9. Juli ± 1 Σt = 1285°0 ± 17·8 Max. 19°8 ± 1·2 Min. 12°1 ± 0·4 10. J.
F_0 = 23. Aug. ± 1 „ = 2002·7 ± 29·7 „ 20·1 ± 1·0 „ 11·8 ± 0·4 10. „

Bei den Arten der Kugeldistel ist die Samenreife mit der Ausstreuung der Achenen, identisch mit dem Abfallen der Köpfchen vom kugelförmigen Lager angenommen.

343. *Haplotaxis albescens* D. C.

B_0 = 28. Juli ± 8 Σt = 1640°0 ± 2·3 Max. 24°3 ± 2·5 Min. 14°5 ± 1·1 2—3. J.

Über Samenreife keine Beobachtungen. Die Beobachtungen beginnen erst 1859.

344. *Carlina vulgaris* L.

B_0 = 28. Juli ± 1 Σt = 1612°9 ± 43·6 Max. 21°3 ± 1·5 Min. 13°4 ± 1·0 6. J.
F_0 = 6. Sept. ± 3 „ = 2186·2 ± 80·8 „ 18·2 ± 2·0 „ 7·8 ± 2·1 3. „

Ging 1859 ein. Das Erscheinen des *Pappus* als Zeichen der Fruchtreife angesehen.

345. *Centaurea aspera* L.

B_0 = 27. Juni ± 4 Σt = 1086°1 ± 46·1 Max. 21°9 ± 2·0 Min. 12°4 ± 1·2 4. J.

Die Beobachtungen dauern von 1854—1857 und hören mit dem Eingehen der Pflanze auf. Die Samenreife nicht beobachtet.

346. *Centaurea calocephala* D. C. *mixta.*

B_0 = 23. Juni ± 2 Σt = 1057°0 ± 18·9 Max. 21°3 ± 1·4 Min. 12°4 ± 0·7 10. J.
F_0 = 22. Juli ± 3 „ = 1489·6 ± 28·7 „ 23·3 ± 1·1 „ 14·4 ± 0·5 10. „

Der Standort ziemlich beschattet.

347. *Centaurea dealbata* Willd. *var. major.*

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 632°1 ± 23·8 Max. 19°7 ± 1·2 Min. 10°3 ± 0·5 10. J.
F_0 = 15. Juni ± 2 „ = 926·8 ± 21·4 „ 21·2 ± 1·9 „ 11·7 ± 0·8 7. „

348. *Centaurea Jacea* L. *lacera, incana.*

B_0 = 13. Juli. ± 3 Σt = 1351°2 ± 36·4 Max. 20°3 ± 1·1 Min. 13°0 ± 0·3 4. J.

Beobachtungen von 1854—1857, im letzten Jahre ging die Pflanze ein. Über Fruchtreife fehlen die Beobachtungen.

349. *Centaurea lagdunensis?* (Varietät von *C. montana?*)

B_0 = 2. Mai ± 2 Σt = 575°0 ± 25·8 Max. 17°6 ± 1·1 Min. 9°0 ± 1·1 4. J.

Ging mit 1857 ein. Über Fruchtreife keine Beobachtungen.

350. *Centaurea rupestris* L. *aculeosa.*

B_0 = 17. Juni ± 2 Σt = 952°3 ± 23·0 Max. 21°8 ± 1·7 Min. 12°1 ± 1·1 7. J.
F_0 = 18. Juli ± 1 „ = 1414·7 ± 35·0 „ 23·3 ± 1·4 „ 13·4 ± 0·5 7. „

Die Beobachtungen beginnen mit 1854.

Bei den Flockenblumen ist die Fruchtreife mit der Samen-Ausstreuung angenommen.

351. *Cnicus benedictus* L. ⊙ S = 5. Mai ± 2.

B_0 = 9. Juli ± 4 Σt = 896°2 ± 28·8 Max. 19°5 ± 0·5 Min. 11°4 ± 0·4. 2—6. J.

Über Fruchtreife fehlen die Beobachtungen.

352. *Carthamus tinctorius* L. ⊙ S = 4. Mai ± 1.

B_0 = 21. Juli ± 2 Σt = 1071°0 ± 46·3 Max. 21°6 ± 1·5 Min. 13°6 ± 0·4 2—6. J.

Die Beobachtungen über Fruchtreife unvollständig.

353. *Onopordon Acanthium* L. *horridum.*

B_0 = 7. Juli ± 2 Σt = 1215°3 ± 20·2 Max. 20°3 ± 1·9 Min. 12°4 ± 0·1 5. J.
F_0 = 7. Aug. ± 3 „ = 1722·5 ± 27·1 „ 21·1 ± 2·0 „ 11·6 ± 1·1 3. „

Kam nicht in jedem Jahre zur Blüthe und ging mit 1858 ein.

354. *Onopordon virens* D. C.

B_0 = 27. Juni ± 4 Σt = 1088°4 ± 21·3 Max. 18°8 ± 1·4 Min. 12°0 ± 0·4 6. J.
F_0 = 30. Juli ± 5 „ = 1590·1 ± 37·4 „ 20·5 ± 1·6 „ 13·1 ± 0·5 5. „

Ging mit dem Jahre 1858 ein. Bei beiden Arten der Eselsdistel ist die Fruchtreife nach dem *Pappus* bestimmt.

355.* *Cynara Cardunculus* L.

B_0 = 26. Juli ± 2 Σt = 1551°2 ± 24·0 Max. 23°8 ± 1·0 Min. 12°7 ± 0·6 10. J.
F_0 = 14. Sept. ± 4 „ = 2273·2 ± 44·9 „ 17·2 ± 1·1 „ 9·9 ± 1·2 6. „

356.* *Cynara Scolymus* L.

B_0 = 31. Juli ± 2 Σt = 1624°3 ± 40·6 Max. 21°0 ± 1·7 Min. 12°6 ± 1·1 7. J.
F_0 = 28. Sept. ± 2 „ = 2442·2 ± 24·8 „ 16·5 ± 1·3 „ 8·3 ± 0·1 2. „

Bei beiden Arten der Artischocke ist die Samenreife nach dem Erscheinen des *Pappus* bestimmt.

357. *Carduus crispus* L.

B_0 = 10. Juli ± 0 Σt = 1275°7 ± 77·0 Max. 19°8 ± 0·4 Min. 13°8 ± 0·4 2. J.
F_0 = 4. Aug. ± 2 „ = 1690·2 ± 66·6 „ 20·3 ± 3·1 „ 11·9 ± 1·7 2. „

Ging schon mit dem Jahre 1853 ein. Das Erscheinen der Haarkrone *(Pappus)* ist als Zeichen der Samenreife angenommen. Blühte auffallend später, als an natürlichen Standorten.

358. *Cirsium acaule* All.

B_0 = 13. Juli ± 1 Σt = 1321°1 ± 27·8 Max. 21°1 ± 0·5 Min. 13°2 ± 0·2 4. J.
F_0 = 9. Aug. ± 1 „ = 1761·3 ± 38·2 „ 18·5 ± 1·4 „ 13·0 ± 1·0 3. „

Ging schon mit dem Jahre 1855 ein.

359. *Cirsium bulbosum* D. C.

B_0 = 18. Juni ± 1 Σt = 970°4 ± 41·9 Max. 21°4 ± 1·5 Min. 12°7 ± 0·8 6. J.
F_0 = 6. Juli ± 3 „ = 1251·4 ± 39·9 „ 20·7 ± 0·9 „ 12·0 ± 0·2 8. „

Die Beobachtungen beginnen mit 1854. Am 16. September 1858 zum zweiten Male blühend. Im Jahre 1861 entwickelte sich der *Pappus* theilweise schon vor der Blüthe.

360. *Cirsium lanceolatum* Scop.

B_0 = 24. Juli ± 4 Σt = 1522°2 ± 78·5 Max. 20°2 ± 3·0 Min. 12°8 ± 0·8 4. J.
F_0 = 21. Aug. ± 2 „ = 1983·1 ± 103·5 „ 16·2 ± 2·0 „ 9·7 ± 0·5 2. „

Beobachtungen nur von 1854 — 1857, weil nun die Pflanze einging.

361. *Cirsium pannonicum* D. C.

B_0 = 7. Juli ± 2 Σt = 1247°5 ± 33·6 Max. 20°7 ± 1·8 Min. 11°5 ± 0·4 6. J.
F_0 = 22. „ ± 0 „ = 1495·4 ± 17·9 „ 18·9 ± 2·2 „ 12·0 ± 0·7 4. „

Die Beobachtungen beginnen 1854, blühte in den letzten Jahren schon selten.



362. *Cirsium pratense* D. C.

B_0 = 18. Juli ± 9 Σt = 1400°2 ± 129·7 Max. 19°5 ± 1·5 Min. 10°5 ± 0·0 2. J.

Beobachtungen von 1854—1855, im letzteren Jahre ging die Pflanze ein. Über Samenreife keine Beobachtungen.

Bei den Kratzdisteln ist die Samenreife mit dem Erscheinen der Federkronen angenommen.

363. **Lappa major* Gärtn.

B_0 = 15. Juli ± 1 Σt = 1370°2 ± 18·0 Max. 22°0 ± 0·8 Min. 12°8 ± 0·4 9. J.
F_0 = 21. Aug. ± 2 „ = 1948·6 ± 41·0 „ 17·9 ± 0·6 „ 9·8 ± 0·0 7. „

Kam im Jahre 1861 nicht zur Entwickelung der Blüthen.

364. **Lappa tomentosa* Lam.

B_0 = 14. Juli ± 1 Σt = 1364°2 ± 21·2 Max. 22°4 ± 0·5 Min. 13°2 ± 0·3 6. J.
F_0 = 21. Aug. ± 2 „ = 1941·5 ± 41·8 „ 18·9 ± 1·1 „ 11·0 ± 0·3 7. „

Blühte ebenfalls nicht im Jahre 1861.

Bei den Arten der Klette ist die Samenreife angenommen, wenn der hinfällige, spreuborstliche *Pappus* die Achenen nicht mehr krönte.

365. *Rhaponticum cinaroides* Lessing.

B_0 = 8. Juli ± 2 Σt = 1301°6 ± 36·9 Max. 21°2 ± 3·8 Min. 12°2 ± 2·2 3. J.

Über Fruchtreife keine Beobachtungen.

366. *Rhaponticum pulchrum* Fischer et Meyer.

B_0 = 13. Juni ± 1 Σt = 909°2 ± 14·9 Max. 20°6 ± 1·5 Min. 10°4 ± 0·9 8. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1343·9 ± 34·4 „ 20·0 ± 0·8 „ 12·4 ± 0·5 7. „

Die Beobachtungen beginnen 1854. Die Samenreife mit der Entwickelung des *Pappus* angenommen.

367. *Serratula coronata* (L.?).

B_0 = 27. Juli ± 4 Σt = 1550°1 ± 65·1 Max. 22°6 ± 2·1 Min. 13°0 ± 1·0 4. J.

Die Beobachtungen umfassen nur die Jahre 1854—1858, weil die Pflanze nun einging. Über Samenreife sind dieselben unsicher.

368. *Serratula tinctoria* L.

B_0 = 27. Juli ± 2 Σt = 1515°3 ± 31·2 Max. 21°1 ± 1·4 Min. 12°3 ± 1·0 4. J.
F_0 = 21. Aug. ± 4 „ = 1950·2 ± 59·3 „ 21·8 ± 2·2 „ 14·0 ± 1·0 5. „

Blieb einige Jahre hindurch ohne Blüthen oder ging vielleicht ein und wurde durch neue Pflanzen ersetzt. Die Samenreife nach dem Erscheinen des *Pappus* bestimmt.

369. *Catananche caerulea* L.

B_0 = 22. Juni ± 2 Σt = 999°0 ± 17·3 Max. 19°3 ± 1·1 Min. 10°4 ± 0·3 7. J.
F_0 = 7. Aug. ± 4 „ = 1709·3 ± 11·6 „ 21·2 ± 2·1 „ 12·5 ± 0·3 3. „

Ging mit dem Jahre 1858 ein. Blühte am 4. September 1855 zum zweiten Male.

370. **Cichorium Intybus* L.

B_0 = 24. Juni ± 2 Σt = 1065°9 ± 17·8 Max. 20°3 ± 1·3 Min. 12°0 ± 0·7 10. J.
F_0 = 25. Juli ± 3 „ = 1544·5 ± 25·4 „ 20·5 ± 1·1 „ 12·0 ± 0·6 10. „

Die Fruchtreife mit dem Vertrocknen der schuppenförmigen Spreublättchen, welche hier den *Pappus* bilden, angenommen.

371. *Hypochaeris radicata* L.

B_0 = 7. Juni ± 4 Σt = 817°7 ± 56·2 Max. 18°3 ± 1·9 Min. 9°7 ± 1·5 4. J.
F_0 = 27. „ ± 3 „ = 1103·4 ± 38·3 „ 21·4 ± 2·2 „ 10·7 ± 0·8 5. „

Beobachtungen von 1854 — 1858, im letzten Jahre eingehend. Fruchtreife mit dem Erscheinen des *Pappus* bezeichnet.

372. *Podospermum Jacquinianum* Koch.

B_0 = 14. Mai ± 7 Σt = 503°9 ± 14·3 Max. 14°3 ± 2·4 Min. 7°9 ± 3·4 2. J.

Beobachtungen von 1855 und 1856, ging dann ein.

373. **Tragopogon porrifolius* L.

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 698°7 ± 19·6 Max. 19°4 ± 0·8 Min. 10°7 ± 0·4 8. J.
F_0 = 16. Juni ± 8 „ = 958·5 ± 23·6 „ 20·3 ± 1·6 „ 10·7 ± 1·0 6. „

374. *Tragopogon pratensis* L.

B_0 = 22. Mai ± 4 Σt = 596°2 ± 7·5 Max. 17°4 ± 0·4 Min. 10°8 ± 0·2 3. J.
F_0 = 16. Juli ± 3 „ = 975·0 ± 29·5 „ 20·3 ± 1·6 „ 10·7 ± 1·0 3. „

An einem beschatteten Standorte. Ging mit 1855 ein.

Beim Bocksbart ist der ausgebildete *Pappus* als Zeichen der Samenreife angenommen. Seine schelle Bildung lässt eine scharfe Zeitbestimmung zu.

375. *Scorzonera austriaca* L.

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 486°2 ± 15·5 Max. 15°9 ± 1·8 Min. 7°5 ± 0·8 7. J.

Kämpfte, an einem beschatteten Standorte stehend, um ihr Dasein und kam nicht alle Jahre zur Blüthe. Über Fruchtreife fehlen die Beobachtungen.

376. **Scorzonera hispanica* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 657°2 ± 21·4 Max. 18°5 ± 0·5 Min. 10°1 ± 0·2 10. J.
F_0 = 25. Juni ± 3 „ = 1070 8 ± 32·2 „ 21·2 ± 1·1 „ 11·8 ± 0·6 10. „

Von den Beobachtungen über Samenreife gilt das bei der vorigen Gattung *(Tragopogon)* angeführte. *S. hispanica* blüht fast alljährlich zum zweiten Male in der Zeit von Ende August bis Anfangs October.

377. *Picridium tingitanum* Desf. ⊙ S = 18. Juni ± 10.

B_0 = 12. Aug. ± 9 Σt = 826°7 ± 25·2 Max. 25°5 ± 0·7 Min. 14°4 ± 1·2 2—3. J.
F_0 = 9. Sept. ± 16 „ = 1216·1 ± 65·5 „ 20·3 ± 3·2 „ 11·6 ± 1·0 2—3. „

Die Bildung des *Pappus* als Zeichen der Samenreife angenommen. *Picridium vulgare* blühte bei gleicher Saatzeit fast auf den Tag genau gleichzeitig mit *P. tingitanum.*

378. **Lactuca sativa* L. ②

B_0 = 5. Juli ± 7 Σt = 1182°1 ± 99·2 Max. 19°9 ± 1·3 Min. 12°7 ± 0·3 5. J.
F_0 = 26. „ ± 7 „ = 1532·1 ± 101·0 „ 23·0 ± 0·7 „ 12·4 ± 1·0 5. „

Die Beobachtungen sind unsicher und lückenhaft. Der *Pappus* scheint sich sehr langsam zu bilden und die Entwickelung der Pflanze überhaupt in verschiedenen Jahren eine ungleichförmige zu sein. Möglich, dass der Nachmittags beschattete Standort hiezu etwas beiträgt oder dass die Pflanze in manchem Winter leidet.

379. **Lactuca virosa* L. ②

B_0 = 27. Juni ± 1 Σt = 1110°6 ± 21·6 Max. 19°9 ± 1·1 Min. 11°0 ± 0·7 10. J.
F_0 = 18. Juli ± 2 „ = 1418·3 ± 23·0 „ 23·4 ± 0·4 „ 13·4 ± 0·4 10. „

380. *Chondrilla juncea* L.

B_0 = 22. Juli ± 3 Σt = 1534°8 ± 25·6 Max. 19°8 ± 2·1 Min. 11°9 ± 1·0 3. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1859 und erstrecken sich nicht über die Samenreife.

381.* *Taraxacum Dens leonis* Desf.

B_0 = 21. April ± 3 Σt = 299°8 ± 13·2 Max. 11°7 ± 0·4 Min. 3°6 ± 0·2 10. J.
F_0 = 8. Mai ± 2 „ = 443·4 ± 15·0 „ 14·8 ± 1·5 „ 5·6 ± 0·7 8. „

Die schnelle Bildung des *Pappus* lässt eine genaue Zeitbestimmung der Fruchtreife zu. Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male in den Monaten August bis October.

382. *Hieracium aurantiacum* L.

B_0 = 30. Mai ± 1 Σt = 675°5 ± 21·8 Max. 20°7 ± 1·8 Min. 10°8 ± 1·0 6. J.
F_0 = 20. Juni ± 2 „ = 1019·8 ± 36·4 „ 21·9 ± 2·4 „ 11·4 ± 1·0 4. „

Gelangt in der Zeit vom Ende August bis Anfangs October in den meisten Jahren zur zweiten Blüthe. Im Jahre 1857 an einen andern Standort verpflanzt, ging die Pflanze ein.

383. *Hieracium murorum* L.

B_0 = 19. Mai ± 5 Σt = 622°4 ± 43·0 Max. 17°5 ± 3·5 Min. 11°1 ± 0·6 4. J.

Die Beobachtungen beginnen 1858 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

384. *Hieracium pratense* Tausch.

B_0 = 27. Mai ± 4 Σt = 659°1 ± 37·3 Max. 19°3 ± 3·2 Min. 12°8 ± 0·8 3. J.
F_0 = 12. Juni ± 1 „ = 909·3 ± 30·7 „ 17·5 ± 0·3 „ 9·2 ± 0·3 3. „

Ging im Jahre 1856 ein.

385. *Hieracium saxatile* Jacq.

B_0 = 13. Juli ± 1 Σt = 1358°7 ± 38·0 Max. 19°9 ± 1·3 Min. 12°4 ± 0·1 6. J.
F_0 = 30 „ ± 2 „ = 1625·4 ± 35·8 „ 21·6 ± 1·5 „ 12·3 ± 0·8 7. „

Die Beobachtungen beginnen mit 1854.

386. *Hieracium umbellatum* L. *pectinatum.*

B_0 = 1. Aug. ± 7 Σt = 1732°8 ± 8·6 Max. 18°8 ± 3·8 Min. 11°4 ± 1·4 2. J.
B_0 = 23. „ ± 3 „ = 2010·4 ± 36·4 „ 18·6 ± 1·2 „ 11·3 ± 0·6 7. „

Die Beobachtungen beginnen 1855, jene über die Blüthe oft versäumt.

387. *Hieracium virosum* Pallas.

B_0 = 12. Juli ± 2 Σt = 1350°4 ± 33·7 Max. 20°9 ± 1·6 Min. 12°4 ± 0·3 6. J.
F_0 = 11. Aug. ± 3 „ = 1821·1 ± 44·1 „ 20·8 ± 2·6 „ 12·0 ± 1·2 5. „

Die Beobachtungen beginnen mit dem Jahre 1854.

Bei den Hieracien bildet der *Pappus* ein Merkmal zur genauen Zeitbestimmung der Fruchtreife.

XXXIV. Lobeliaceae.

388.* *Lobelia syphilitica* L.

B_0 = 23. Juli ± 4 Σt = 1501°6 ± 28·3 Max. 20°8 ± 1·0 Min. 13°2 ± 1·0 5. J.

Ging in der Zwischenzeit ein und wurde neu gepflanzt. Zur Fruchbildung kam es nicht.

XXXV. Campanulaceae.

389. *Phyteuma spicatum* L.

B_0 = 23. Mai ± 1 Σt = 589°8 ± 22·8 Max. 18°7 ± 1·7 Min. 8°7 ± 1·1 4. J.
F_0 = 10. Juli ± 2 „ = 1306·1 ± 17·2 „ 18·3 ± 1·1 „ 11·9 ± 0·5 3. „

Beobachtungen von 1854 — 1858, später ging die Pflanze ein. Standort beschattet.

390. *Campanula aliariaefolia* Willd.

B_0 = 23. Juni ± 0 Σt = 1050°1 ± 3·4 Max. 21°5 ± 5·8 Min. 13°2 ± 2·5 2. J.

Standort beschattet. Über Fruchtreife keine Beobachtungen, welche überhaupt erst 1860 beginnen.

391. *Campanula bononiensis* L. *ruthenica.*

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1199°1 ± 30·7 Max. 18°1 ± 1·7 Min. 11°1 ± 0·2 4. J.

Die Beobachtungen beginnen 1858, über Fruchtreife sind keine angestellt.

392. *Campanula caespitosa* Scop. *alba.*

B_0 = 4. Juli ± 3 Σt = 1210°0 ± 44·6 Max. 18°9 ± 1·1 Min. 11°7 ± 0·2 4. J.

Ging mit dem Jahre 1858 ein und setzte in keinem Jahre Früchte an. Am 14. September 1855 zum zweiten Male in demselben Jahre blühend.

393. *Campanula glomerata* L.

B_0 = 4. Juli ± 1 Σt = 1201°5 ± 17·7 Max. 19°3 ± 2·6 Min. 9°8 ± 0·1 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860 und sind nicht über die Fruchtreife angestellt.

394. *Campanula Medium* L.

B_0 = 11. Juni ± 3 Σt = 861°7 ± 31·0 Max. 17°4 ± 3·0 Min. 8°1 ± 1·4 4. J.

Ging mit dem Jahre 1856 ein und es kam in keinem Jahre zur Fruchtbildung.

395. *Campanula pyramidalis* L.

B_0 = 23. Juli ± 10 Σt = 1543°5 ± 91·4 Max. 21°6 ± 3·8 Min. 14°1 ± 2·3 2. J.

Ging schon in den ersten Jahren der Beobachtung ein. Die Früchte scheinen nicht in jedem Jahre zur Reife zu kommen, weil diese selbst in dem warmen Sommer 1852 erst am 7. October stattfand.

396.* *Campanula Rapunculus* L.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 781°0 ± 28·2 Max. 21°2 ± 0·8 Min. 11°1 ± 0·6 6. J.
F_0 = 9. Juli ± 1 „ = 1297·4 ± 20·7 „ 21·6 ± 1·2 „ 11·7 ± 1·4 5. „

Beobachtungen seit dem Jahre 1855.

397. *Campanula Trachelium* (L.)

B_0 = 5. Jnli ± 4 Σt = 1222°1 ± 64·2 Max. 19°6 ± 1·9 Min. 10°9 ± 1·7 5. J.
F_0 = 24. Aug. ± 0 „ = 2030·0 ± 56·6 „ 22·3 ± 4·1 „ 12·6 ± 2·4 2. „

Beobachtungen seit 1854. Nachdem die Pflanze einige Jahre hindurch vertrocknete, ehe die Früchte reiften, ging sie im Jahre 1858 ganz ein.

Bei den Glockenblumen ist das Aufspringen der entfärbten uud vertrockneten Samenkapsel ein Merkmal der Fruchtreife.

XXXVI. Rubiaceae

398. *Galium Mollugo* L.

B_0 = 2. Juni ± 1 Σt = 708°9 ± 7·0 Max. 19°6 ± 1·4 Min. 9°7 ± 1·0 7. J.
F_0 = 21. Juli ± 1 „ = 1462·2 ± 24·7 „ 21·3 ± 0·7 „ 12·5 ± 0·4 9. „

Der Standort ist beschattet. In den letzten Jahren keine Beobachtungen über die Blüthe. In manchen Jahren stellen sich Anfangs September zum zweiten Male Blüthen ein. Die Fruchtreife mit der schwarzen Färbung der Spaltfrucht angenommen.

399. *Galium verum.* L. *brachyphyllum.*

B_0 = 29. Juni ± 2 Σt = 1149°8 ± 50·2 Max. 17° 8 ± 2·3 Min. 10°8 ± 1·0 5. J.

Beobachtungen seit 1854. In manchen Jahren verkümmern die Blüthen vor der Entwickelung. Früchte keine. Standort beschattet.

400.* *Rubia tinctorum* L.

B_0 = 28. Juni ± 1 Σt = 1118°0 ± 26·2 Max. 18°8 ± 0·7 Min. 10°6 ± 0·1 4. J.
F_0 = 18. Aug. ± 4 „ = 1876·7 ± 36·9 „ 19·5 ± 2·3 „ 13·0 ± 1·1 3. „

Beobachtungen bis 1856. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beere sich schwarz färbte und saftig wurde.

401. *Asperula galioides* M. Bieb.

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1172°3 ± 16·8 Max. 18°2 ± 1·6 Min. 10°4 ± 0·5 6. J.
F_0 = 23. Aug. ± 3 „ = 2050·8 ± 48·2 „ 20·0 ± 1·5 „ 12·2 ± 1·3 5. „

Standort ziemlich beschattet. War 1857 dem Eingehen nahe und erholte sich wieder. Die Fruchtreife ist mit der dunklen Färbung der Spaltfrucht angenommen.

402. *Asperula odorata* L.

B_0 = 7. Mai ± 3 Σt = 453°0 ± 49·2 Max. 15°3 ± 3·1 Min. 6°5 ± 3·1 3. J.

Beobachtungen von 1854 bis 1856, dann die Pflanze eingegangen. Standort beschattet.

403. *Asperula tinctoria* L.

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 651°3 ± 18·5 Max. 18°5 ± 0·9 Min. 9°8 ± 0·3 10. J.
F_0 = 21. Juli ± 2 „ = 1480·2 ± 19·5 „ 21·2 ± 0·9 „ 12°9 ± 1·3 10. „

Standort ziemlich beschattet. Fruchtreife wie bei 401 bestimmt.

404. *Cephalanthus occidentalis* R. S.

B_0 = 21. Juli ± 3 Σt = 1513°0 ± 17·1 Max. 20°5 ± 1·4 Min. 12°4 ± 0·1 5. J.

Steht mitten in einem Wasserbasin. Beobachtungen seit 1855, in den letzten beiden Jahren ohne Blüthen, in jedem Jahre ohne Früchte.

XXXVII. Lonicereae.

405. *Lonicera Caprifolium* L.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 701°3 ± 16·3 Max. 16°1 ± 1·6 Min. 9°7 ± 1·3 3. J.

Ging schon mit dem Jahre 1854 ein. Früchte entwickelten sich schon einige Jahre früher keine mehr. Standort beschattet.

406. *Lonicera grata* Ait.

B_0 = 16. Juni ± 3 Σt = 946°8 ± 26·8 Max. 22°0 ± 1·3 Min. 12°2 ± 0·7 8. J.

Ging mit dem Jahre 1859 ein. Standort ziemlich beschattet. Früchte entwickelten sich nie. Zu Ende August bis Anfang September in seltenen Jahren zum zweiten Male Blüthen.

407. *Lonicera iberica* M. Bieb.

B_0 = 5. Juni ± 2 Σt = 783°7 ± 25·0 Max. 20°4 ± 1·1 Min. 12°1 ± 0·3 2. J.

Über Fruchtreife keine Beobahtungen.

408. *Lonicera Periclymenum* L.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 863°1 ± 23·2 Max. 19°8 ± 1·1 Min. 11°2 ± 0·2 10 J.
F_0 = 28. Juli ± 1 „ = 1592·6 ± 23·8 „ 22·8 ± 1·3 „ 12·4 ± 0·7 10. „

Dieser Strauch ist an den Traillagen einer westseitigen Mauer aufgebunden. In manchen Jahren blüht er zum zweiten Male gegen Ende August. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren roth und saftig wurden.

409. *Lonicera tatarica* L. *pallida.*

B_0 = 6. Mai ± 2 Σt = 414°8 ± 11·4 Max. 17°0 ± 2·0 Min. 6°7 ± 0·7 10. J.
F_0 = 22. Juni ± 3 „ = 1076·2 ± 18·2 „ 20·4 ± 1·4 „ 11·3 ± 1·0 4. „

Standort beschattet. Die Früchte entwickeln sich nur in manchen Jahren. Die Reife derselben ist angenommen, wenn die Beeren gelb-roth (bei dieser Varietät) und saftig wurden.

410. *Lonicera Xylosteum* L.

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 421°7 ± 15·4 Max. 17°7 ± 0·9 Min. 5°6 ± 0·6 10. J.
F_0 = 28. Juni ± 2 „ = 1102·1 ± 19·2 „ 19·4 ± 1·3 „ 10·7 ± 0·4 8. „

Standort beschattet. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren sich karminroth färbten und saftig wurden.

411. *Viburnum Lantana* L.

B_0 = 3. Mai ± 2 Σt = 389°7 ± 11·7 Max. 14°8 ± 1·0 Min. 6°4 ± 0·6 10. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1662·7 ± 24·3 „ 21·9 ± 2·0 „ 12·6 ± 0·6 10. „

Die Fruchreife angenommen, wenn sich die anfangs grünen, dann rothen Beeren, zuletzt schwarz färben.

412. *Viburnum Opulus* L.

B_0 = 17. Mai ± 1 Σt = 507°9 ± 15·1 Max. 17°2 ± 1·2 Min. 8°7 ± 0·3 7. J.
F_0 = 23. Juli ± 4 „ = 1482·1 ± 28·6 „ 19·7 ± 1·4 „ 12·6 ± 1·1 6. „

Ging in der Zwischenzeit ein. In den letzten Jahren sind daher die Beobachtungen an einem anderen Baume angestellt. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Beeren scharlachroth wurden. Standort beschattet.

413. **Sambucus Ebulus* L.

B_0 = 23. Juni ± 1 Σt = 1042°8 ± 12·3 Max. 20°8 ± 1·4 Min. 11°8 ± 0·6 10. J.
F_0 = 11. Aug. ± 1 „ = 1817·3 ± 20·3 „ 22·6 ± 1·3 „ 12·3 ± 0·5 10. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Beeren schwarz wurden.

414. *Sambucus nigra* L.

B_0 = 22. Mai ± 3 Σt = 579°6 ± 4·1 Max. 19°9 ± 0·2 Min. 10°5 ± 0·5 4. J.
F_0 = 7. Aug. ± 4 „ = 1692·3 ± 53·1 „ 19·5 ± 1·1 „ 12·1 ± 0·3 3. „

Standort beschattet. Ging mit dem Jahre 1856 ein.

415. *Sambucus racemosa* L.

B_0 = 1. Mai ± 4 Σt = 350°4 ± 19·8 Max. 13°5 ± 1·0 Min. 5°4 ± 0·8 5. J.
F_0 = 22. Juni ± 2 „ = 1004·0 ± 20·3 „ 18·5 ± 1·4 „ 11·2 ± 0·5 5. „

Standort beschattet. Ging mit dem Jahre 1856 ein. Die Fruchtreife mit der scharlachrothen Färbung der Beeren angenommen.

XXXVIII. Oleaceae.

416. *Ligustrum vulgare* L.

B_0 = 3. Juni ± 2 Σt = 746°2 ± 20·1 Max. 19°9 ± 1·1 Min. 10°9 ± 0·4 10. J.
F_0 = 9. Sept. ± 7 „ = 2254·0 ± 62·6 „ 18·1 ± 0·2 „ 10·2 ± 0·7 3—4. „

Ging in der Zwischenzeit ein und sind daher in den letzten Jahren die Beobachtungen an einem anderen Strauche angestellt und an einem anderen, aber ebenfalls beschatteten Standorte. Die Fruchtreife mit dem Schwarzwerden der Beeren angenommen, ist erst in den letzten Jahren richtig bestimmt, daher auch nur von diesen die Beobachtungen berücksichtigt sind.

417. *Fraxinus excelsior* L.

B_0 = 14. April ± 2 Σt = 248°0 ± 13·0 Max. 12°0 ± 1·6 Min. 3°0 ± 0·5 9. J.
F_0 = 23. Juli ± 4 „ = 1443·9 ± 48·6 „ 24·5 ± 1·3 „ 13·7 ± 0·1 2. „

418. *Fraxinus excelsior* L. *aurea.*

B_0 = 14. April ± 4 Σt = 277°5 ± 7·0 Max. 14°4 ± 1·2 Min. 4°3 ± 1·0 6. J.
F_0 = 22. Mai ± 7 „ = 590·5 ± 5·4 „ 19·1 ± 0·3 „ 10·1 ± 1·7 2. „

Blüht in manchen Jahren nicht.

419. *Fraxinus excelsior* L. *pendula.*

B_0 = 20. April ± 2 Σt = 296°5 ± 20·2 Max. 12°7 ± 1·6 Min. 4°1 ± 0·3 8. J.
F_0 = 11. Juli ± 0 „ = 1281·9 ± 8·2 „ 17·0 ± 1·4 „ 11·3 ± 1·1 2. „

420. *Fraxinus Ornus* L.

B_0 = 18. Mai ± 2 Σt = 537°9 ± 26·9 Max. 18°2 ± 0·6 Min. 8°9 ± 1·0 9. J.

Im Jahre 1861 erfroren die Blüthen vor der Entwickelung.

421. *Fraxinus tamariscifolia* Vahl.

B_0 = 8. April ± 3 Σt = 222°4 ± 10·8 Max. 14°5 ± 0·9 Min. 5°9 ± 0·7 8. J.

Beobachtungen seit dem Jahre 1854.

Bei den Eschen-Arten ist die Blüthe mit dem Stäuben der Antheren angenommen. Die Früchte sind fast immer fehlschlagend, vertrocknen und entfärben sich daher vor der Zeit und nehmen den Anschein an, als ob sie reif wären, daher die vielen Lücken in den Beobachtungen bei dieser Gattung, indem die Reife nur an normal entwickelten Früchten beobachtet worden ist.

422. *Syringa Josikea* Jacq.

B_0 = 21. Mai ± 3 Σt = 597°0 ± 30·5 Max. 21°6 ± 0·5 Min. 11°0 ± 0·2 5. J.

Standort beschattet. Blüht in manchen Jahren nicht und entwickelt nie Früchte, hat überhaupt ein kümmerliches Aussehen.

423. *Syringa persica* L.

B_0 = 12. Mai ± 3 Σt = 478°6 ± 12·0 Max. 16°8 ± 1·3 Min. 7°3 ± 0·4 9. J.

Entwickelt keine Früchte. Standort ziemlich beschattet.

424. *Syringa vulgaris* L.

B_0 = 6. Mai ± 3 Σt = 424°1 ± 20·3 Max. 17°2 ± 1·0 Min. 7°1 ± 0·2 10. J.
F_0 = 26. Aug. ± 5 „ = 2014·8 ± 67·3 „ 19·5 ± 1·2 „ 10·4 ± 1·0 9. „

Blieb 1861 ohne Früchte, weil die Blüthen erfroren sind. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der trockenen, braunen Kapsel angenommen.

XXXIX. Apocynaceae.

425. *Vinca herbacea* M. et K.

B_0 = 26. Apr. ± 2 Σt = 337°1 ± 14·5 Max. 14°0 ± 0·9 Min. 6°0 ± 0·3 10. J.

Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male Anfangs August oder September.

426 *Vinca minor* L. *variegata*.

B_0 = 16. Apr. ± 3 Σt = 265°5 ± 12·2 Max. 12°7 ± 1·1 Min. 4°9 ± 0·6 10. J.

Beide Arten des Singrün entwickeln nie Früchte.

XL. Asclepiadeae.

427. *Periploca graeca* L.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 798°8 ± 23·5 Max. 21°2 ± 0·7 Min. 11°6 ± 0·2 6. J.

An den Traillagen einer westseitigen Mauer angebunden. Blüht nicht in jedem Jahre und bildet in keinem Früchte.

428. *Vincetoxicum fuscatum* Endl.

B_0 = 24. Mai ± 1 Σt = 620°6 ± 18·5 Max. 19°4 ± 0·5 Min. 10·7 ± 0°4 10. J.
F_0 = 12. Aug. ± 3 „ = 1816·8 ± 31·8 „ 23·2 ± 1·1 „ 13·5 ± 0·3 8. „

429. *Vincetoxicum nigrum* Mönch.

B_0 = 2. Juni ± 2 Σt = 719°9 ± 27·1 Max. 19°5 ± 0·7 Min. 10°3 ± 0·3 9. J.
F_0 = 20. Aug. ± 5 „ = 1935·4 ± 29·7 „ 21·4 ± 1·0 „ 12·0 ± 1·3 6. „

430. *Vincetoxicum officinale* Mönch.

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 529°0 ± 23·3 Max. 17°0 ± 1·3 Min. 8°3 ± 1·2 9. J.
F_0 = 24. Aug. ± 3 „ = 1947·9 ± 13·0 „ 17·3 ± 0·6 „ 12·6 ± 1·6 2. „

Bei den Arten der Schwalbenwurz verkümmern in manchen Jahren die Blüthen, in den meisten die Früchte. Die Reife derselben ist angenommen, wenn die haarschopfigen Samen aus der aufspringenden Balgkapsel hervorquellen.

431. *Ascelepias syriaca* L.

B_0 = 24. Juni ± 2 Σt = 1044°5 ± 20·0 Max. 21°0 ± 1·3 Min. 11°4 ± 0·8 9. J.

Blüht nicht in jedem Jahre und bringt fast in keinem die Früchte zur Ausbildung.

XLI. Gentianeae.

432. * *Menyanthes trifoliata* L.

B_0 = 29. April ± 2 Σt = 358°5 ± 12·7 Max. 15°9 ± 1·5 Min. 5°8 ± 0·6 8. J.

Steht in einem Bassin, über dessen Wasserspiegel sich die Blüthenstände erheben. Entwickelt keine Früchte.

XLII. Labiatae.

Die Fruchtreife ist mit der Vertrocknung und Entfärbung des Kelches angenommen, wenn eine besondere Bemerkung fehlt. In vielen Fällen sind dann die dunklen, harten Theilfrüchtchen gut sichtbar.

433 *Lavandula Spica* D. C.

B_0 = 4. Aug. ± 2	Σt = 1696°8 ± 22·3	Max. 23°9 ± 0·9	Min. 12°8 ± 0·6	10. J.
F_0 = 24. Sept. ± 3	„ = 2430·1 ± 25·4	„ 14·2 ± 1·1	„ 7·3 ± 0·5	10. „

434.* *Lavandula vera* D. C.

B_0 = 26. Juni ± 1	Σt = 1093°9 ± 29·4	Max. 19°7 ± 1·1	Min. 11°7 ± 0·3	10. J.
F_0 = 3. Aug. ± 2	„ = 1650·1 ± 36·4	„ 21·6 ± 1·1	„ 11·2 ± 0·3	6. „

Bei den Arten von *Lavandula* ist die Fruchtreife angenommen, wenn der entfärbte und vertrocknete Kelch sich öffnet.

435.* *Mentha crispa* L.

B_0 = 14. Juli ± 2 Σt = 1368°5 ± 24·1 Max. 21°2 ± 1·0 Min. 13°8 ± 0·2 10. J.

436.* *Mentha piperita* L.

B_0 = 22. Juli ± 4 Σt = 1496°2 ± 46·0 Max. 21°6 ± 1·3 Min. 12°8 ± 0·4 10. J.

437.* *Mentha Pulegium* L.

B_0 = 21. Juli ± 3 Σt = 1475°6 ± 48·8 Max. 21°6 ± 1·3 Min. 12°8 ± 0·8 8. J.

438. *Mentha rotundifolia* L.

B_0 = 23. Juli ± 2 Σt = 1488°8 ± 27·8 Max. 22°7 ± 2·2 Min. 13°3 ± 1·2 5. J.

Ging ein mit dem Jahre 1857.

Die Fruchtreife der Münzen nicht beobachtet, weil die Pflanzen früher gewöhnlich vertrocknen und die Samenreife überhaupt nicht bestimmt ermittelt werden zu können scheint.

• 439. *Lycopus europaeus* L.

B_0 = 5. Juli ± 2	Σt = 1247°2 ± 30·9	Max. 17°6 ± 0·8	Min. 11°0 ± 0·3	9. J.
F_0 = 19. Aug. ± 3	„ = 1931·6 ± 62·8	„ 18·8 ± 1·3	„ 12·9 ± 0·5	7. „

Die Samenreife mit der Vertrocknung und Entfärbung des Kelches angenommen. Standort an der inneren Seite der Mauer eines Bassins, nahe im Niveau des Wassers.

440. *Salvia argentea* L.

B_0 = 10. Juni ± 1	Σt = 879°9 ± 43·2	Max. 16°8 ± 2·8	Min. 10°0 ± 2·0	3. J.
F_0 = 13. Juli ± 2	„ = 1357·3 ± 26·3	„ 19·7 ± 0·9	„ 11·8 ± 0·2	4. „

Beobachtungen seit 1854. In den letzten Jahren schon selten blühend.

441. *Salvia austriaca* L.

B_0 = 22. Mai ± 2 Σt = 606°7 ± 26·9 Max. 21°1 ± 1·1 Min. 9°4 ± 0·6 6. J.

F_0 = 15. Juni ± 2 „ = 929·0 ± 23·5 „ 20·9 ± 1·7 „ 10·7 ± 0·8 8. „

Beobachtungen seit 1854.

442. *Salvia glutinosa* L.

B_0 = 27. Juli ± 1 Σt = 1559°7 ± 31·8 Max. 17°2 ± 1·1 Min. 11°4 ± 0·3 5. J.

F_0 = 29. Aug. ± 4 „ = 2052·0 ± 46·8 „ 18·1 ± 1·1 „ 10·8 ± 1·0 4. „

Beobachtungen seit 1854. Kommt in manchen Jahren aus Mangel an Feuchtigkeit des Bodens nicht zur Blüthe.

443. *Salvia officinalis* L.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 722°0 ± 13·2 Max. 19°9 ± 1·0 Min. 9°9 ± 1·0 9. J.

F_0 = 6. Juli ± 1 „ = 1241·5 ± 21·4 „ 22·2 ± 1·6 „ 12·0 ± 1·0 9. „

444. *Salvia Pitscheri* Torr.

B_0 = 13. Oct. ± 3 Σt = 2616°4 ± 62·3 Max. 12°5 ± 0·5 Min. 6°4 ± 1·0 6. J.

Entwickelte in den letzten Jahren nur selten Blüthen und ging endlich ein. Blüht für die Samenreife zu spät.

445. *Salvia pratensis* L.

B_0 16. Mai ± 2 Σt = 526°3 ± 12·4 Max. 18°0 ± 0·4 Min. 8°1 ± 0·6 10. J.

F_0 9. Juni ± 2 „ = 823·7 ± 22·3 „ 21·6 ± 1·4 „ 12·1 ± 1·1 6. „

In den letzten Jahren fehlen die Beobachtungen über Fruchtreife.

446. *Salvia Sclarea* Jacq.

B_0 = 18. Juni ± 1 Σt = 958°5 ± 34·2 Max. 20°3 ± 2·8 Min. 12°0 ± 1·0 5. J.

F_0 = 27. Juli ± 3 „ = 1562·4 ± 23·5 „ 18·6 ± 1·4 „ 11·8 ± 2·0 3. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein.

447. *Salvia silvestris* L.

B_0 = 23. Mai ± 2 Σt = 608°5 ± 26·9 Max. 18°9 ± 0·6 Min. 10°2 ± 0·3 10. J.

F_0 = 21. Juni ± 3 „ = 1015·2 ± 31·9 „ 21·6 ± 1·1 „ 12·3 ± 0·5 10. „

Blühte am 5. September 1852 zum zweiten Male.

Bei den Salbei-Arten ist die Fruchtreife angenommen, wenn die Theilfrüchtchen in dem offenen und vertrockneten Kelche sichtbar werden, hart sind und schwarz erscheinen — ein Merkmal, welches eine ziemlich sichere Zeitbestimmung gestattet.

448. *Monarda fistulosa* L.

B_0 = 10. Juli ± 0 Σt = 1294°6 ± 38·8 Max. 22°5 ± 1·7 Min. 13°5 ± 1·4 4. J.

F_0 = 23. Aug. ± 9 „ = 1960·5 ± 54·2 „ 20·5 ± 1·0 „ 11·5 ± 0·9 3. „

Beschleunigte mit dem Jahre 1856 die Blüthezeit plötzlich um einen Monat und ging mit dem Jahre 1857, in welchem die Pflanze ebenfalls so früh blühte, ein. Der Standort ziemlich beschattet.

449.* *Origanum vulgare* L.

B_0 = 22. Juni ± 1 Σt = 1028°8 ± 14·5 Max. 19°4 ± 1·3 Min. 11°6 ± 0·4 10. J.

F_0 = 9. Aug. ± 4 „ = 1736·3 ± 15·2 „ 22·6 ± 1·0 „ 11·3 ± 1·5 3. „

Die Blüthenstände vermodern in den meisten Jahren vor der Fruchtreife. Blüht früher als an Standorten im Freien.

450. *Thymus Serpyllum* L. *vulgaris.*

B_0 = 22. Mai ± 1 Σt = 589°1 ± 21·5 Max. 19°5 ± 0·5 Min. 10°0 ± 0·7 10. J.
F_0 = 16. Juni ± 1 „ = 1018·3 ± 47·3 „ 22·8 ± 2·8 „ 13·6 ± 2·1 3. „

Die Fruchtreife nur in einigen Jahren beobachtet. Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male im August oder September.

451. *Thymus vulgaris* L.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 721°0 ± 22·3 Max. 19°8 ± 1·1 Min. 10°8 ± 0·3 10. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet. Blühte am 9. August 1852 zum zweiten Male in demselben Jahre.

452.* *Hyssopus officinalis* L.

B_0 = 1. Juli ± 2 Σt = 1164°9 ± 22·5 Max. 22°1 ± 1·1 Min. 13°1 ± 0·4 10. J.
F_0 = 4. Aug. ± 3 „ = 1712·6 ± 23·4 „ 22·1 ± 1·4 „ 12·6 ± 0·8 7. „

Die Fruchtreife mit der Entfärbung und dem Vertrocknen des Kelches angenommen.

453. *Calamintha Clinopodium* Benth.

B_0 = 20. Juni ± 2 Σt = 1003°7 ± 23·7 Max. 25°0 ± 3·4 Min. 13°1 ± 2·0 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

454. *Calamintha grandiflora* Mönch.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 791°8 ± 24·9 Max. 20°3 ± 3·0 Min. 11°3 ± 1·4 3. J.

Beobachtungen von 1855 bis 1857, hierauf eingegangen. Über Fruchtreife fehlend.

455. *Calamintha Nepeta* K. et Hoffm. *var. albiflora.*

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1183°6 ± 27·1 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°0 ± 0·5 10. J.
F_0 = 17. Aug. ± 4 „ = 1875·3 ± 30·2 „ 20·9 ± 1·6 „ 12·6 ± 0·8 5. „

Die Früchte verkümmern nicht selten.

Die *Calamintha*-Arten haben einen ziemlich beschatteten Standort.

456.* *Melissa officinalis* L.

B_0 = 9. Juli ± 2 Σt = 1267°4 ± 6·4 Max. 18°6 ± 0·5 Min. 11°5 ± 0·9 8. J.
F_0 = 6. Aug. ± 3 „ = 1720·9 ± 58·5 „ 22·4 ± 2·4 „ 12·7 ± 1·4 5. „

457. *Prunella grandiflora* Mönch.

B_0 = 16. Juni ± 2 Σt = 933°8 ± 71·1 Max. 18°9 ± 1·8 Min. 10°2 ± 1·1 6. J.
F_0 = 18. Juli ± 2 „ = 1442·2 ± 38·4 „ 21·7 ± 1·5 „ 12·9 ± 0·8 8. „

Blüthe am 17. August 1852 zum zweiten Male. War in den letzten Jahren dem Eingehen nahe.

458. *Prunella vulgaris* L.

B_0 = 22. Juni ± 2 Σt = 1017°9 ± 36·2 Max. 20°5 ± 1·6 Min. 12°2 ± 0·5 5. J.
F_0 = 17. Juli ± 1 „ = 1379·6 ± 43·4 „ 22·1 ± 1·1 „ 13·2 ± 1·7 5. „

Ging ein mit dem Jahre 1857. Scheint in manchen Jahren zu Ende Juli oder Anfangs August zum zweiten Male zu blühen.

459. *Scutellaria alpina* L. *lupulina purpurascens.*

B_0 = 22. Mai ± 1 Σt = 605°2 ± 22·1 Max. 19°5 ± 0·6 Min. 9°4 ± 0·2 8. J.
F_0 = 22. Juni ± 2 „ = 1049·2 ± 43·2 „ 21·8 ± 1·1 „ 11·9 ± 9·5 5. „

Beobachtungen seit 1854. Scheint in manchen Jahren im September zum zweiten Male zu blühen.

460. *Scutellaria galericulata* L.

B_0 = 1. Juli ± 6 Σt = 1166°9 ± 19·1 Max. 22°1 ± 2·3 Min. 12°3 ± 1·4 2. J.

Ging mit dem Jahre 1854 ein. Die Beobachtungen über die Fruchtreife sind unsicher. Blühte 1853 bereits am 9. Juni und am 21. Juli zum zweiten Male.

461. *Nepeta Cataria* L.

B_0 = 25. Juni ± 2 Σt = 1058°9 ± 25·6 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°5 ± 0·7 5. J.
F_0 = 25. Juli ± 2 „ = 1536·6 ± 38·5 „ 20 9 ± 1·1 „ 12·2 ± 0·2 5. „

Ging mit dem Jahre 1856 ein. Entwickelte am 23. August 1852 zum zweiten Male Blüthen.

462. *Nepeta Mussini* M. Bieb. *var. salviaefolia.*

B_0 = 28. April ± 3 Σt = 379°9 ± 7·5 Max. 12°3 ± 3·6 Min. 5°7 ± 4·5 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

463.* *Nepeta Glechoma* Benth.

B_0 = 10. April ± 3 Σt = 224°7 ± 9·0 Max. 13°6 ± 2·1 Min. 4°9 ± 0·2 10. J.
F_0 = 31. Mai ± 3 „ = 698·4 ± 20·3 „ 19·1 ± 0·6 „ 10·7 ± 1·0 7. „

464. *Dracocephalum austriacum* L.

B_0 = 24. Mai ± 3 Σt = 613°2 ± 37·8 Max. 18°8 ± 0·8 Min. 10°4 ± 0·5 9. J.
F_0 = 21. Juni ± 4 „ = 1053·6 ± 40·5 „ 20·6 ± 1·9 „ 11·1 ± 0·9 6. „

Standort beschattet und oft mit Unkraut überwuchert, daher die Pflanze in ihrer Entwickelung beeinträchtigt.

465. *Melittis Melissophyllum* L.

B_0 = 19. Mai ± 3 Σt = 575°5 ± 30·9 Max. 20°0 ± 0·1 Min. 7°9 ± 0·0 3. J.

Standort beschattet. Die Fruchtreife nicht beobachtet. Beobachtungen von 1854—1856, weil nun die Pflanze einging.

466. *Physostegia speciosa* Sweet.

B_0 = 13. Juli ± 2 Σt = 1321°3 ± 35·3 Max. 19°8 ± 1·7 Min. 12°6 ± 0·8 4. J.
F_0 = 8. Aug. ± 1 „ = 1746·6 ± 41·0 „ 20·4 ± 1·1 „ 11·8 ± 1·1 4. „

Beobachtungen nur bis 1855, weil dann die Pflanze einging. Standort beschattet.

467. *Lamium Orvala* L.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 400°9 ± 17·1 Max. 15°2 ± 1·4 Min. 5°6 ± 0·3 9. J.
F_0 = 2. Juni ± 3 „ = 763·2 ± 24·9 „ 20·8 ± 1·1 „ 9·8 ± 0·3 3. „

Standort beschattet. In dem grossen, offenen Kelche lässt sich die Samenreife, welche man daran erkennt, dass die Theilfrüchte eine dunkle Färbung annehmen und hart werden, recht gut beobachten. Sie kommen aber nur selten zur Ausbildung.

468. *Leonurus Cardiaca* L.

B_0 = 10. Juni ± 1 Σt = 839°7 ± 14·8 Max. 21°4 ± 1·2 Min. 11°8 ± 0·3 9. J.
F_0 = 19. Juli ± 1 „ = 1443·1 ± 20·6 „ 22·4 ± 1·0 „ 12·9 ± 0·5 10. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn in dem entfärbten und vertrockneten Kelche die Trennung der Theilfrüchte stattfand und diese daher zu schlottern anfingen.

469. *Stachys alpina* L. *var. intermedia.*

B_0 = 24. Juni ± 2 Σt = 1052°1 ± 32·3 Max. 18°8 ± 0·8 Min. 10°2 ± 1·0 10. J.
F_0 = 27. Juli ± 3 „ = 1582·3 ± 20·2 „ 24·8 ± 1·2 „ 13·2 ± 0·6 8. „

470. *Stachys germanica* L. *var. oblongifolia.*

B_0 = 10. Juni ± 2 Σt = 838°9 ± 19·0 Max. 20°6 ± 1·4 Min. 11°0 ± 0·5 9. J.

F_0 = 23. Juli ± 4 „ = 1529·6 ± 57·0 „ 21·7 ± 1·4 „ 13·7 ± 1·0 10. „

Die Fruchtreife bei der Gattung *Stachys* in ähnlicher Weise bestimmt, wie bei *Leonurus*.

471. *Betonica officinalis* L.

B_0 = 30. Juni ± 2 Σt = 1149°5 ± 22·4 Max. 19°3 ± 1·2 Min. 10°9 ± 0·3 9. J.

F_0 = 7. Aug. ± 2 „ = 1805·3 ± 48·2 „ 20·2 ± 1·0 „ 12·8 ± 0·3 9. „

472. *Sideritis scordioides* L.

B_0 = 5. Juni ± 1 Σt = 770°2 ± 26·4 Max. 20°4 ± 0·8 Min. 10°7 ± 0·3 10. J.

F_0 = 9. Juli ± 2 „ = 1285·9 ± 16·8 „ 21·0 ± 1·3 „ 12·4 ± 0·5 8. „

Scheint in manchen Jahren im August zum zweiten Male zu blühen.

473.* *Marrubium vulgare* L.

B_0 = 7. Juni ± 1 Σt = 787°7 ± 14·7 Max. 21°1 ± 1·4 Min. 11°0 ± 0·7 9. J.

F_0 = 17. Juli ± 2 „ = 1417·5 ± 15·5 „ 21·7 ± 0·8 „ 13·2 ± 0·7 10. „

474. *Ballota nigra* L.

B_0 = 1. Juli ± 2 Σt = 1185°8 ± 24·9 Max. 18°4 ± 1·2 Min. 11°8 ± 0·3 7. J.

F_0 = 10. Aug. ± 3 „ = 1766·9 ± 46·6 „ 21·6 ± 1·8 „ 12·8 ± 0·7 8. „

Beobachtungen seit dem Jahre 1853.

475. *Phlomis tuberosa* L.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 722°1 ± 16·5 Max. 19°4 ± 0·9 Min. 9°9 ± 0·6 10. J.

F_0 = 12. Juli ± 2 „ = 1311·1 ± 18·7 „ 21·0 ± 1·4 „ 11·3 ± 0·8 7. „

Die Trennung der Theilfrüchtchen im Kelche zur Zeit der Reife lässt sich der Zeit nach genau bestimmen.

476. *Teucrium Chamaedrys* L.

B_0 = 22. Juni ± 1 Σt = 1036°6 ± 13·7 Max. 19°5 ± 1·1 Min. 10°9 ± 0·4 10. J.

F_0 = 10. Aug. ± 2 „ = 1796·9 ± 22·3 „ 22·9 ± 1·2 „ 13·2 ± 0·2 9. „

477. *Teucrium montanum* L.

B_0 = 23. Juni ± 2 Σt = 1045°6 ± 16·3 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°5 ± 0·4 9. J.

F_0 = 5. Aug. ± 3 „ = 1742·8 ± 37·3 „ 22·3 ± 1·6 „ 12·8 ± 0·7 9. „

478.* *Teucrium Scordium* L.

B_0 = 7. Juli ± 3 Σt = 1273°2 ± 27·4 Max. 22°3 ± 1·3 Min. 12°1 ± 0·9 6. J.

Entwickelte sich nur kümmerlich und war mehrmals dem Eingehen nahe.

479. *Ajuga genevensis* L.

B_0 = 12. Mai ± 3 Σt = 483°6 ± 26·9 Max. 18°5 ± 0·3 Min. 8°3 ± 0·3 3. J.

Beobachtungen von 1854 — 1858, in der Zwischenzeit überpflanzt und dann eingehend.

480. *Ajuga reptans* L.

B_0 = 14. Mai ± 2 Σt = 460°9 ± 24·5 Max. 16°8 ± 1·7 Min. 7°8 ± 1·0 3. J.

Ging mit dem Jahre 1854 ein.

XLIII. Globularieae.

481. *Globularia vulgaris* L.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 397°7 ± 17·8 Max. 15°4 ± 1·4 Min. 7°2 ± 0·9 10. J.
F_0 = 7. Juli ± 1 „ = 1253·8 ± 25·9 „ 21·6 ± 1·7 „ 12·1 ± 0·3 6. „

Die Fruchtreife mit dem Vertrocknen und der Entfärbung der Kelche des Köpfchens angenommen. Standort beschattet und zur Zeit der Fruchtreife in den letzten Jahren von Unkraut überwuchert, wesshalb einige Beobachtungen ausfielen.

XLIV. Asperifoliae.

482. *Cerinthe minor* L.

B_0 = 28. April ± 8 Σt = 357°3 ± 14·7 Max. 14°0 ± 5·1 Min. 3°3 ± 1·1 3. J.
F_0 = 29. Mai ± 4 „ = 701·5 ± 19·1 „ 18·5 ± 1·5 „ 7·4 ± 1·1 3. „

Die Fruchtreife ist bei dieser Gattung und überhaupt in dieser Familie angenommen, wenn die Theilfrüchtchen am Grunde des Kelches hart und schwarz werden.

483. *Echium vulgare* L.

B_0 = 5. Juni ± 1 Σt = 786°6 ± 17·1 Max. 21°1 ± 1·1 Min. 12°8 ± 1·4 3. J.

Ging mit dem Jahre 1856 ein. Fruchtreife nicht beobachtet.

484. *Pulmonaria officinalis* L.

B_0 = 10. April ± 0 Σt = 207°7 ± 11·0 Max. 9°9 ± 1·0 Min. 4°4 ± 1·1 4. J.

Mit dem Jahre 1855 eingehend.

485. *Pulmonaria mollis* Wolff.

B_0 = 8. April ± 4 Σt = 207°3 ± 16·4 Max. 14°0 ± 4·0 Min. 4°1 ± 1·0 5. J.

Beobachtungen seit 1856. Bei beiden Arten des Lungenkrautes blieben die Früchte taub.

486. *Lithospermum purpureo-coeruleum* L.

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 554°3 ± 22·3 Max. 17°4 ± 1·8 Min. 9°1 ± 1·1 5. J.
F_0 = 17. Juli ± 6 „ = 1382·5 ± 98·8 „ 22·0 ± 3·5 „ 13·5 ± 1·0 2. „

Beobachtungen seit 1854, in den letzten Jahren fehlend. Fristet nur ein kümmerliches Dasein, blüht daher später als im Freien und bleiben die Früchte meistens taub.

487. *Anchusa officinalis* L.

B_0 = 24. Mai ± 4 Σt = 599°0 ± 45·0 Max. 18°0 ± 1·2 Min. 8°6 ± 1·3 5. J.
F_0 = 27. Juni ± 5 „ = 1056·9 ± 68·1 „ 21·5 ± 2·2 „ 13·0 ± 1·7 7. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein. Blühte am 10. October 1855 zum zweiten Male. Bei günstigerer Exposition gegen die Sonne blüht diese Pflanze früher.

488. *Myosotis palustris* Roth.

B_0 = 30. Mai ± 2 Σt = 694°3 ± 32·4 Max. 19°7 ± 3·1 Min. 10°1 ± 1·0 3. J.

Ging mit dem Jahre 1856 ein. Standort beschattet, am Rande eines Bassins. Die Fruchtreife nicht beobachtet.

489. *Symphytum officinale* L.

B_0 = 25. Mai ± 2 Σt = 619°3 ± 14·0 Max. 19°7 ± 1·1 Min. 10°2 ± 0·9 6. J.
F_0 = 27. Juni ± 3 „ = 1093·3 ± 21·3 „ 21·4 ± 1·9 „ 12·4 ± 1·0 5. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein. Blühte am 15. September 1852 zum zweiten Male. Blüht später als im Freien. Bei dieser Pflanze kommt auf die Individualität vieles an. Eine andere Gruppe von Pflanzen gelangte 1852 im botanischen Garten um 17 Tage später zur Blüthe. Eine nahe so grosse Verzögerung findet alljährlich statt.

XLV. Convolvulaceae.

480. *Calystegia sepium* R. B.

B_0 = 11. Juni ± 1 Σt = 863°7 ± 10·4 Max. 20°5 ± 1·2 Min. 11°7 ± 0·4 10. J.
F_0 = 20. Juli ± 2 „ = 1462·9 ± 19·3 „ 22·3 ± 0·8 „ 12·9 ± 0·3 10. „

Ist an den Traillagen einer westseitigen Mauer aufgewunden. Die Fruchtkapseln scheinen nur selten aufzuspringen, die Reife ist daher oft mit der Entfärbung der vertrocknenden, aber entwickelten Kapsel angenommen.

491. *Convolvulus tricolor* L. ⊙ S = 18. Juni ± 10.

B_0 = 27. Aug. ± Σt = 1063°4 ± 34·0 Max. 17°7 ± 1·9 Min. 11°5 ± 1·0 2—4. J.

Über die Fruchtreife sind die Beobachtungen unvollständig.

492. *Pharbitis hispida* Chois. ⊙ S = 18. Juni ± 10.

B_0 = 13. Aug. ± 12 Σt = 855°7 ± 63·6 Max. 21°3 ± 1·4 Min. 13°4 ± 1·1 2—3 J.

Über die Fruchtreife unvollständige Beobachtungen.

XLVI. Polemoniaceae.

493. *Phlox cordata* Elliot. *grandiflora.*

B_0 = 21. Juli ± 3 Σt = 1486°2 ± 39·4 Max. 21°1 ± 0·6 Min. 12°5 ± 0·7 8. J.

Beobachtungen seit 1854.

494. *Phlox speciosa* Pursh.

B_0 = 14. Aug. ± 0 Σt = 1890°0 ± 32·7 Max. 24°4 ± 3·4 Min. 13°5 ± 0·3 2. J.

Kümmerliche Entwickelung, mit dem Jahre 1856 eingegangen. Eine Fruchtbildung wurde bei dieser Gattung nicht beobachtet.

495. *Polemonium coeruleum* L.

B_0 = 26. Mai ± 4 Σt = 636°0 ± 51·7 Max. 19°5 ± 1·0 Min. 9°8 ± 1·0 5. J.
F_0 = 28. Juni ± 5 „ = 1103·0 ± 33·1 „ 22·4 ± 2·1 „ 12·5 ± 0·8 4. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein. Standort ziemlich beschattet. Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der entfärbten und vertrockneten Kapsel angenommen.

XLVII. Solanaceae.

496.* *Datura Stramonium* L.

B_0 = 18. Juni ± 3 Σt = 626°5 ± 35·5 Max. 20°5 ± 1·2 Min. 11°3 ± 0·6 5—6. J.
F_0 = 4. Aug. ± 4 „ = 1332·2 ± 48·9 „ 22·7 ± 2·0 „ 12·7 ± 1·1 3—5. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der hart gewordenen und entfärbten Kapsel angenommen.

497. *Hyoscyamus niger* L. ②

B_0 = 16. Mai ± 3 Σt = 533°2 ± 43·5 Max. 17°6 ± 1·2 Min. 8°5 ± 0·3 8. J.

F_0 = 31. Juli ± 1 „ = 1638·8 ± 25·2 „ 24·8 ± 2·0 „ 11·9 ± 0·5 3. „

Die Pflanzen verkümmern meistens vor der Fruchreife, welche mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen ist. Am 3. October 1852 blühte das Bilsenkraut durch Selbstaussaat zum zweiten Male.

498.* *Physalis Alkekengi* L.

B_0 = 30. Mai ± 3 Σt = 719°5 ± 44·2 Max. 20°2 ± 1·4 Min. 10°7 ± 0·5 8. J.

F_0 = 11. Aug. ± 7 „ = 1755·6 ± 101·7 „ 19·4 ± 1·2 „ 10·8 ± 1·2 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn der aufgeblasene, die Beere einschliessende Kelch sich roth zu färben begann.

499.* *Solanum Dulcamara* L.

B_0 = 17. Juli ± 2 Σt = 1437°3 ± 17·4 Max. 23°0 ± 1·2 Min. 13°1 ± 0·6 6. J.

F_0 = 1. Oct. ± 7 „ = 2474·9 ± 75·3 „ 14·3 ± 1·7 „ 7·7 ± 1·0 4. „

Blüht auffallend später als im Freien, oder doch wenigstens auf sandigem Boden und sonnigem Standorte. Während die Pflanze aber hier sich nur wenig über den Boden erhebt, bildet sie im botanischen Garten ansehnliche Stauden und erreichen die Jahrestriebe eine bedeutende Länge. Im manchen Jahren blüht sie nicht, öfter entwickeln sich keine Früchte oder kommen nicht zur Reife, indem sie sich nicht scharlachroth färben, sondern grün bleiben.

500.* *Solanum nigrum* L. ⊙ S = 26. April ± 6.

B_0 = 4. Juli ± 4 Σt = 867°2 ± 38·2 Max. 19°1 ± 1·3 Min. 11°0 ± 0·8 2—5. J.

F_0 = 31. Aug. ± 2 „ = 1744·8 ± 52·5 „ 20·7 ± 3·0 „ 12·6 ± 1·2 2—3. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren schwarz werden. Es ist nämlich die Varietät mit schwarzen Beeren. *S. nigrum legitimum.*

501.* *Atropa Belladonna* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 661°0 ± 21·8 Max. 19°9 ± 0·9 Min. 10°2 ± 0·2 10. J.

F_0 = 19. Juli ± 2 „ = 1458·3 ± 30·6 „ 22·3 ± 1·2 „ 12·3 ± 0·9 8. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Beeren glänzend schwarz wurden.

XLVIII. Scrofularinae.

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der erhärteten und entfärbten Kapsel angenommen.

502. *Verbascum gnaphaloïdes* M. Bieb.

B_0 = 26. Juli ± 1 Σt = 1533°0 ± 16·3 Max. 21°1 ± 1·2 Min. 13°1 ± 1·4 2—3. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet.

503. *Verbascum Lychnitis* L. *fil. rub. lanatum floccosum.*

B_0 = 8. Juni ± 2 Σt = 825°9 ± 21·8 Max. 21°8 ± 0·2 Min. 11°6 ± 0·9 3. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet.

504. *Verbascum nigrum* L. *lasianthum.*

B_0 = 25. Mai ± 2 Σt = 628°3 ± 20·5 Max. 18°6 ± 1·0 Min. 10°0 ± 0·3 9. J.

F_0 = 25. Juli ± 3 „ = 1504·9 ± 38·3 „ 20·6 ± 0·4 „ 12·7 ± 0·5 6. „

505.* *Verbascum phlomoides* L.

B_0 = 19. Juni ± 1 Σt = 1001°1 ± 49·9 Max. 18°8 ± 2·1 Min. 11°0 ± 1·8 4. J.

F_0 = 12. Aug. ± 3 „ = 1832·4 ± 41·1 „ 22·9 ± 2·0 „ 13·6 ± 0·3 5. „

Ist wechselweise ein- und zweijährig, wesshalb die Beobachtungen nur alle zwei Jahre angestellt werden konnten.

506. *Verbascum phoeniceum* L.

B_0 = 16. Mai ± 3 Σt = 510°6 ± 25·2 Max. 18°3 ± 1·2 Min. 8°1 ± 0·5 5. J.

F_0 = 13. Juli ± 4 „ = 1385·9 ± 25·5 „ 21·9 ± 2·0 „ 13·6 ± 0·3 3. „

Beobachtungen von 1854 — 1859, später war die Pflanze eingegangen.

507. *Verbascum speciosum* L. *genuinum.*

B_0 = 20. Juni ± 0 Σt = 1074°2 ± 58·8 Max. 19°5 ± 5·2 Min. 11°7 ± 2·0 2. J.

Beobachtungen erst seit 1859, über die Fruchtreife fehlend.

508.* *Verbascum Thapsus* L. (2)

B_0 = 26. Juni ± 3 Σt = 1086°3 ± 24·4 Max. 22°5 ± 1·2 Min. 13°2 ± 1·1 8. J.

F_0 = 13. Aug. ± 4 „ = 1842·4 ± 36·7 „ 23·5 ± 1·3 „ 13·2 ± 0·6 9. „

509. *Scrofularia nodosa* L.

B_0 = 28. Mai ± 1 Σt = 652°0 ± 25·6 Max. 19°9 ± 1·1 Min. 8°3 ± 0·5 6. J.

F_0 = 12. Juli ± 2 „ = 1304·0 ± 14·8 „ 20·5 ± 1·0 „ 12·7 ± 0·4 4. „

Begann vom Jahre 1857 an zu verkümmern und nicht mehr in jedem Jahre zur Blüthe zu kommen. Die Fruchtkapsel war schon in früheren Jahren meistens wurmstichig, wahrscheinlich von den Larven des *Cionus Scrofulariae.*

510. *Linaria genistifolia* Mill.

B_0 = 1. Juli ± 2 Σt = 1188°2 ± 16·8 Max. 21°6 ± 2·4 Min. 10°9 ± 0·6 5. J.

F_0 = 6. Aug. ± 2 „ = 1715·5 ± 41·2 „ 21·2 ± 1·3 „ 11·9 ± 0·3 8. „

Beobachtungen seit 1854. Ging am Standorte ein, verbreitete sich aber durch Samenausstreuung im Umkreise. In den letzten Jahren fehlen die Beobachtungen über die Blüthe.

511. *Linaria vulgaris* Mill.

B_0 = 8. Juli ± 0 Σt = 1220°8 ± 14·4 Max. 23°9 ± 2·0 Min. 12°8 ± 2·3 3. J.

F_0 = 8. Aug. ± 2 „ = 1756·4 ± 45·0 „ 21·7 ± 1·7 „ 12·9 ± 0·7 5. „

War in der Zwischenzeit dem Eingehen nahe, wurde überpflanzt, blieb jedoch nahe an demselben Standorte. Zeigt im Freien eine sehr unbeständige Blüthezeit.

Die harten, schwarzen Samen sind bei beiden Arten des Leinkrautes in den aufspringenden Kapseln gut zu beobachten.

512. *Antirrhinum majus* L.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 816°0 ± 13·3 Max. 21°2 ± 1·2 Min. 11°2 ± 0·2 6. J.

War in der Zwischenzeit dem Eingehen nahe. Über Fruchtreife sind die Beobachtungen mangelhaft. Blühte am 7. September 1856 zum zweiten Male.

513. *Pentastemon barbatus* Benth. *robustum.*

B_0 = 4. Juli ± 2 Σt = 1227°8 ± 30·2 Max. 20°4 ± 1·8 Min. 11°4 ± 0·7 3. J.

F_0 = 8. Sept. ± 2 „ = 2162·4 ± 39·2 „ 18·7 ± 1·2 „ 7·4 ± 1·1 5. „

Blühte am 8. October 1855 zum zweiten Male.

514. *Pentastemon digitalis* Nutt.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 865°8 ± 24·2 Max. 20°8 ± 1·5 Min. 10°5 ± 0·6 9. J.
F_0 = 5. Sept. ± 4 „ = 2158·1 ± 44·0 „ 15·3 ± 1·5 „ 9·6 ± 0·7 7. „

In den letzten Jahren fehlen die Beobachtungen über Fruchtreife.

515. *Pentastemon pubescens* Poland.

B_0 = 30. Mai ± 2 Σt = 690°5 ± 21·4 Max. 18°8 ± 1·1 Min. 9°6 ± 0·3 8. J.
F_0 = 3. Aug. ± 2 „ = 1688·6 ± 75·1 „ 20·9 ± 1·4 „ 12·0 ± 0·7 8. „

516. *Digitalis lutea* L.

B_0 = 9. Juni ± 2 Σt = 845°1 ± 23·0 Max. 21°1 ± 1·3 Min. 11°7 ± 0·3 10. J.
F_0 = 1. Aug. ± 3 „ = 1653·7 ± 39·0 „ 20·8 ± 1·3 „ 12·2 ± 0·2 10. „

517.* *Digitalis purpurea* L.

B_0 = 6. Juni ± 1 Σt = 772°3 ± 19·9 Max. 20°7 ± 1·0 Min. 11°6 ± 0·3 8. J.
F_0 = 20. Juli ± 5 „ = 1482·1 ± 56·2 „ 22·8 ± 1·4 „ 14·5 ± 1·0 5. „

Die Früchte verkümmern nicht selten. Blüht in manchen Jahren gegen Ende August zum zweiten Male. Wurde in der Zwischenzeit an demselben Standorte überpflanzt.

518. *Paulownia imperialis* Siebold.

Der beobachtete Baum steht zu frei, um die Blüthentrauben, welche sich bekanntlich im Herbst entwickeln und überwintern, unversehrt zu erhalten. Andere, mehr geschützte Bäume beginnen zu Ende Mai zu blühen und in manchen Jahren entwickeln sich viele Blüthen.

519. *Dodartia orientalis* L.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 797°8 ± 27·8 Max. 18°1 ± 2·8 Min. 11°2 ± 0·0 2. J.

Beobachtungen erst seit 1860, nicht über die Fruchtreife sich erstreckend.

520.* *Gratiola officinalis* L.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 758°9 ± 25·5 Max. 19°4 ± 0·9 Min. 10°2 ± 0·9 10. J.
F_0 = 8. Aug. ± 2 „ = 1730·0 ± 9·5 „ 25·4 ± 3·3 „ 14·6 ± 1·0 2. „

Die Fruchtkapseln kommen nur selten zur Entwickelung.

521. *Veronica austriaca* L. *var. pinnatifida.*

B_0 = 17. Mai ± 2 Σt = 504°9 ± 13·5 Max. 16°9 ± 1·0 Min. 7°3 ± 0·5 7. J.
F_0 = 12. Juli ± 1 „ = 1312·3 ± 22·2 „ 20·2 ± 1·1 „ 11·9 ± 0·8 9. „

Die Beobachtungen der Blüthe fehlen in den letzten Jahren.

522. *Veronica latifolia* L. *var. major.*

B_0 = 4. Juni ± 1 Σt = 761°5 ± 18·4 Max. 21°2 ± 1·0 Min. 10°3 ± 0·6 10. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1673·0 ± 26·5 „ 23·0 ± 1·1 „ 12·7 ± 0·4 10. „

523.* *Veronica officinalis* L.

B_0 = 16. Mai ± 5 Σt = 523°5 ± 40·6 Max. 19°6 ± 0·9 Min. 8°4 ± 0·8 9. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1098·6 ± 29·3 „ 22·0 ± 1·4 „ 12·4 ± 0·3 7. „

Kam im Jahre 1853 am 4. September zum zweiten Male zur Blüthe. War 1859 dem Eingehen nahe.

524. *Veronica spicata* L. *var. cristata.*

B_0 = 5. Juli ± 2 Σt = 1226°7 ± 38·1 Max. 18°0 ± 1·2 Min. 10°8 ± 1·0 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

XLIX. Acanthaceae.

525. *Acanthus spinosus* L.

B_0 = 19. Juni ± 1 Σt = 985°2 ± 12·9 Max. 22°4 ± 1·2 Min. 12°1 ± 0·3 10 J.
F_0 = 19. Aug. ± 4 „ = 1943·7 ± 31·4 „ 22·9 ± 1·4 „ 13·5 ± 0·3 9. „

Die Bestimmung der Fruchtreife ist bei dieser Pflanze ziemlich unsicher, da die eichelförmigen Kapseln selten entwickelt sind, wenn sie aufspringen, und früher vertrocknen und einschrumpfen.

L. Bignoniaceae.

526. *Catalpa syringaefolia* Sims.

B_0 = 3. Juli ± 2 Σt = 1193°8 ± 13·8 Max. 21°1 ± 1·2 Min. 12°6 ± 0·5 10. J.
F_0 = 4. Oct. ± 4 „ = 2666·8 ± 34·9 „ 13·4 ± 0·1 „ 6·4 ± 1·0 3. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die schotenförmigen Kapseln trocken und braun werden. Zum Aufspringen derselben vor Eintritt des Winters kommt es nur in den seltensten Fällen, sie bleiben daher über den Winter am Baume.

527. *Tecoma grandiflora* Sweet.

B_0 = 28. Juli ± 3 Σt = 1602°5 ± 46·0 Max. 21°1 ± 1·4 Min. 12°4 ± 1·1 8. J.

528. *Tecoma radicans* Juss. *var. flammea.*

B_0 = 8. Aug. ± 3 Σt = 1746°7 ± 74·4 Max. 24°8 ± 1·0 Min. 14°2 ± 1·3 4. J.

Blüht nicht in jedem Jahre.

Beide Arten sind an den Traillagen einer westseitigen Mauer aufgebunden, entwickeln immer nur wenige einzelne Blüthen und keine Früchte.

LI. Primulaceae.

Die Fruchtreife wäre mit dem Aufspringen der entfärbten, trockenen Kapsel anzunehmen.

529.* *Primula Auricula* L.

B_0 = 15. März ± 3 Σt = 113°2 ± 18·4 Max. 10°9 ± 2·1 Min. 4°0 ± 0·9 10. J.

Entwickelt keine Früchte. Einzelne Blüthen stellen sich im ersten Frühjahre gewöhnlich beträchtlich früher ein, bevor bei allen Pflanzen die Blüthe beginnt, wodurch eine genaue Zeitbestimmung der Blüthe beeinträchtigt ist. Im September oder October, selten früher, gelangt die Pflanze fast alljährlich zur Entwickelung der zweiten Blüthen.

530.* *Cyclamen europaeum* L.

B_0 = 18. Juli ± 7 Σt = 1437°9 ± 99·3 Max. 22°1 ± 0·9 Min. 13°7 ± 0·5 9. J.

Hat keine Früchte. Diese an den feuchten Waldboden von der Natur aus angewiesene Pflanze wartet gewöhnlich einen ausgiebigen Regen ab, bevor die Blüthen aus der Erde hervorbrechen, daher die Blüthezeit sehr unbeständig ist.

531. *Dodecatheon Meadia* L.

B_0 = 13. Mai ± 1 Σt = 453°1 ± 27·5 Max. 17°1 ± 2·4 Min. 7°6 ± 0·1 3. J.
F_0 = 29. Juni ± 9 „ = 1093·8 ± 40·6 „ 23·8 ± 4·8 „ 14·0 ± 3·4 3. „

Ging schon mit dem Jahre 1854 ein.

532. *Lysimachia Nummularia* L.

B_0 = 21. Juni ± 2 Σt = 1021°0 ± 35·7 Max. 20°3 ± 1·5 Min. 11°3 ± 0·4. 7. J.

Die Fruchtreife konnte nicht beobachtet werden. Standort beschattet, am Rande eines Bassins. Blüht nicht in jedem Jahre.

533. *Lysimachia punctata* L.

B_0 = 16. Juni ± 2 Σt = 926°4 ± 29·9 Max. 19°4 ± 2·1 Min. 11°3 ± 0·1 3. J.

Entwickelt keine Früchte und gedeiht nur kümmerlich in dem trockenen, ziemlich beschatteten Boden, blüht auch nicht in jedem Jahre

LII. Ebenaceae.

534. *Diospyros Lotus* L. ♂.

B_0 = 16. Juni ± 2 Σt = 980°5 ± 24·8 Max. 21°6 ± 2·0 Min. 12°5 ± 0·3 3. J.

Beobachtungen seit 1854. Geht gewöhnlich durch Spätfröste im Frühjahr zu Grunde und treibt dann aus dem Wurzelstocke von Neuem. Der Standort ist ziemlich beschattet.

LIII. Ericaceae.

535. *Erica carnea* L.

B_0 = 10. März ± 9 Σt = 80°6 ± 5·8 Max. 6°4 ± 0·1 Min. 1°2 ± 0·4 4. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1859 und sind nicht über die Fruchtreife angestellt.

LIV. Umbelliferae.

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die entfärbten und hart gewordenen Theilfrüchtchen von der Basis gegen die Spitze sich ablösen und von der Spitze des Fruchthalters herabhängen. Im Falle sie mit demselben oder unter sich selbst verwachsen sind, genügt bei vollkommener Entwickelung die Entfärbung und das Hartwerden.

536. *Eryngium amethystinum* W. et K.

B_0 = 14. Juli ± 1 Σt = 1380°4 ± 31·1 Max. 22°0 ± 1·1 Min. 12°0 ± 0·3 7. J.
F_0 = 29. Aug. ± 2 „ = 2073·2 ± 39·7 „ 19·1 ± 0·6 „ 11·6 ± 1·0 8. „

537. *Eryngium maritimum*

B_0 = 15. Juli ± 1 Σt = 1388°5 ± 24·1 Max. 22°5 ± 1·1 Min. 12°2 ± 0·2 8. J.
F_0 = 28. Aug. ± 3 „ = 2059·5 ± 48·6 „ 20·9 ± 1·1 „ 11·7 ± 0·4 8. „

538. *Eryngium planum* L.

B_0 = 3. Juli ± 2 Σt = 1189°3 ± 20·5 Max. 19°3 ± 1·4 Min. 10°8 ± 0·3 5. J.
F_0 = 5. Aug. ± 4 „ = 1645·3 ± 54·2 „ 21·5 ± 1·8 „ 12·8 ± 0·4 5. „

Ging ein mit dem Jahre 1858.

Bei der Gattung *Eryngium* wurden die Beobachtungen über die Blüthe in den ersten Jahren nicht berücksichtiget, da dieselbe vor dem Eintritt des Stäubens der Antheren angenommen worden ist.

539.* *Cicuta virosa* L.

B_0 = 25. Juni ± 5 Σt = 1025°5 ± 97·0 Max. 17°4 ± 2·0 Min. 11°7 ± 1·0 3. J.

Die Beobachtungen sind sehr lückenhaft, ohne dass ich gegenwärtig im Stande bin, die Ursache anzugeben. Wahrscheinlich kam die Pflanze nur in einigen Jahren zur Blüthe und fristete ein kümmerliches Dasein.

540. *Apium graveolens* L.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 885°0 ± 35·2 Max. 19°6 ± 1·4 Min. 9°9 ± 0·2 5. J.
F_0 = 16. Aug. ± 5 „ = 1867·5 ± 16·3 „ 25·2 ± 0·5 „ 13·2 ± 1·2 2. „

War in manchen Jahren dem Eingehen nahe und wurde desshalb durch Aussaat erneuert.

541.* *Petroselinum sativum* Hoffm. (2)

B_0 = 20. Juni ± 2 Σt = 989°8 ± 29·9 Max. 21°3 ± 1·4 Min. 12°1 ± 0·6 7. J.
F_0 = 11. Aug. ± 4 „ = 1779·6 ± 47·5 „ 24·5 ± 2·0 „ 13·7 ± 0·8 5. „

Musste in einigen Jahren durch künstliche Saat erneuert werden.

542.* *Carum Carvi* L.

B_0 = 25. April ± 4 Σt = 338°7 ± 23·7 Max. 13°8 ± 1·3 Min. 5°0 ± 0·4 9. J.
F_0 = 12. Juni ± 1 „ = 884·3 ± 22·0 „ 19·2 ± 1·4 „ 9·7 ± 2·8 8. „

543.* *Sium Sisarum* L.

B_0 = 20. Juli ± 3 Σt = 1436°7 ± 26·6 Max. 23°7 ± 1·0 Min. 13°9 ± 1·3 4. J.

Fristete ein kümmerliches Dasein und ging mit dem Jahre 1858 ein. Zur Fruchtentwickelung kam es nicht.

544. *Bupleurum ranunculoides* L. *var. elatium.*

B_0 = 4. Juni ± 5 Σt = 751°3 ± 30·1 Max. 20°1 ± 0·8 Min. 12°4 ± 0·2 4. J.
F_0 = 21. Juli ± 4 „ = 1486·6 ± 5·5 „ 23·3 ± 0·7 „ 14·0 ± 0·4 4. „

Beobachtungen von 1854—1858, hierauf ging die Pflanze ein.

545. *Oenanthe Phellandrium* Lam.

B_0 = 20. Juni ± 4 Σt = 984°7 ± 0·9 Max. 18°3 ± 0·2 Min. 10°9 ± 0·5 2—3. J.

Diese in stehendem oder langsam fliessendem Wasser vorkommende Pflanze konnte sich natürlich nicht erhalten und ging schon mit dem Jahre 1854 ein.

546.* *Aethusa Cynapium* L.

B_0 = 2. Juli ± 3 Σt = 1173°8 ± 29·2 Max. 21°8 ± 1·5 Min. 12°7 ± 1·0 6. J.
F_0 = 19. Aug. ± 3 „ = 1936·5 ± 59·0 „ 22·3 ± 1·4 „ 11·7 ± 0·9 5. „

Kommt nicht in jedem Jahre zur Blüthe. Von einer künstlichen Aussaat habe ich nie etwas bemerkt und bin daher geneigt diese Pflanze für perennirend oder zweijährig zu halten. Wohl bemerkte ich aber, dass dem Blühen nahe Pflanzen von natürlichen Standorten angepflanzt wurden, welche ich aber nicht beobachtete.

547.* *Föniculum vulgare* Gärtn.

B_0 = 27. Juni ± 1 Σt = 1114°0 ± 20·9 Max. 21°6 ± 1·5 Min. 12°4 ± 0·5 6. J.
F_0 = 20. Aug. ± 1 „ = 1920·5 ± 30·3 „ 21·6 ± 1·1 „ 11·8 ± 1·0 6. „

Blüht in manchen Jahren Ende September oder im October zum zweiten Male.

548. *Seseli campestre* Besser.

B_0 = 15. Juni ± 3 Σt = 910°3 ± 44·7 Max. 23°5 ± 0·6 Min. 12°9 ± 0·5 2. J.

Beobachtungen von 1854, mit dem Jahre 1855 ging die Pflanze ein.

549. *Libanotis vulgaris* D. C.

B_0 = 27. Juni ± 2 Σt = 1113°8 ± 41·4 Max. 20°8 ± 0·0 Min. 11°1 ± 0·7 4. J.

F_0 = 21. Aug. ± 3 „ = 1965·1 ± 39·0 „ 21·6 ± 2·0 „ 13·9 ± 1·4 3. „

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1858 ging die Pflanze ein.

550.* *Levisticum officinale* Koch.

B_0 = 10. Juni ± 1 Σt = 858°2 ± 18·2 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 10°9 ± 0·3 10. J.

F_0 = 17. Juli ± 1 „ = 1395·8 ± 21·3 „ 22·0 ± 0·8 „ 12·5 ± 0·9 8. „

Im Jahre 1859 verkümmerten die Früchte.

551.* *Archangelica officinalis* Hoffm.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 769°1 ± 23·9 Max. 19°7 ± 1·1 Min. 10°1 ± 0·5 7. J.

F_0 = 15. Aug. ± 3 „ = 1384·1 ± 25·0 „ 22 9 ± 1·3 „ 13·1 ± 1·0 8. „

552. *Peucedanum Cervaria* Cass.

B_0 = 17. Juli ± 2 Σt = 1417°4 ± 44·2 Max. 23°4 ± 1·1 Min. 13°6 ± 1·0 10. J.

F_0 = 25. Aug. ± 2 „ = 2007·5 ± 31·1 „ 21·8 ± 1·5 „ 12·4 ± 1·1 6. „

In den letzten drei Jahren verkümmerten die Früchte.

553.* *Peucedanum Imperatoria* Endl.

B_0 = 29. Mai ± 2 Σt = 703°6 ± 15·8 Max. 20°8 ± 1·3 Min. 11°6 ± 1·1 7. J.

F_0 = 30. Juni ± 6 „ = 1186·0 ± 30·6 „ 17·6 ± 1·0 „ 11·2 ± 0·1 3. „

Blüht in manchen Jahren nicht.

554. *Peucedanum officinale* L.

B_0 = 2. Juli ± 2 Σt = 1176°8 ± 25·6 Max. 21°9 ± 1·5 Min. 11°7 ± 0·9 6. J.

F_0 = 13. Aug. ± 2 „ = 1797·4 ± 12·1 „ 18·5 ± 1·0 „ 12·1 ± 0·7 5. „

Blühte in letzter Zeit nur in manchen Jahren.

555.* *Pastinaca sativa* L.

B_0 = 9. Juli ± 3 Σt = 1272°0 ± 24·1 Max. 20°2 ± 1·9 Min. 12°8 ± 1·1 6. J.

F_0 = 9. Aug. ± 1 „ = 1761·3 ± 24·6 „ 20·5 ± 0·7 „ 12·4 ± 0·3 8. „

Ging mit dem Jahre 1858 ein und musste im folgenden Jahre durch künstliche Saat ersetzt werden, so wie auch im Jahre 1861 eine neuerliche Aussaat erfolgte.

556.* *Daucus Carota* L.

B_0 = 18. Juni ± 2 Σt = 973°8 ± 40·8 Max. 20°3 ± 1·3 Min. 11°2 ± 0·6 8. J.

F_0 = 2. Aug. ± 1 „ = 1628·8 ± 48·3 „ 22·1 ± 1·7 „ 11·2 ± 0·7 6. „

Blühte im Jahre 1858 nicht, dagegen am 30. September 1861 zum zweiten Male. Blüht früher als im Freien.

557.* *Anthryscus Cerefolium* Hoffm.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 440°4 ± 12·2 Max. 16°6 ± 1·7 Min. 6°3 ± 0·7 5. J.

Ging mit dem Jahre 1854 ein. Seit 1860 neue Pflanzung. Beobachtungen über Fruchtreife mangelhaft.

558. *Anthryscus silvestris* Hoffm. *var. pilosula.*

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 407°9 ± 21·5 Max. 18°1 ± 1·3 Min. 6°8 ± 0·7 6. J.

F_0 = 16. Juni ± 2 „ = 914·5 ± 6·8 „ 22·1 ± 1·1 „ 12·1 ± 0·7 5. „

Beobachtungen seit 1855. Ging mit dem Jahre 1860 ein.

559. *Conium maculatum* L.

B_0 = 19. Juni ± 2 Σt = 1010°2 ± 25·6 Max. 20°3 ± 1·7 Min. 11°5 ± 0·5 7. J.
F_0 = 2. Aug. ± 3 „ = 1688·2 ± 45·5 „ 23·0 ± 2·0 „ 13·6 ± 1·1 5. „

Blühte 1861 nicht, dagegen 1860 am 11. October zum zweiten Male. Die Früchte vertrocknen in manchen Jahren vor der Entwicklung.

LV. Ampelideae.

560. *Cissus hederacea* Pers.

B_0 = 24. Juni ± 2 Σt = 1057°2 ± 16·6 Max. 20°2 ± 1·2 Min. 11°0 ± 0·2 10. J.
F_0 = 27. Aug. ± 3 „ = 2050·6 ± 27·2 „ 17·7 ± 1·0 „ 10·5 ± 0·4 9. „

Ist an den Traillagen einer gegen West gekehrten Mauer aufgebunden. Blühte am 18. August 1855 zum zweiten Male in demselben Jahre. Im Jahre 1861 fielen die Beeren vor der Reife ab, welche dann angenommen ist, wenn sie schwarz werden und bläulich bereift erscheinen.

561. *Vitis vinifera* L. *var. Alexandrina*

B_0 = 7. Juni ± 2 Σt = 805°1 ± 18·0 Max. 22°6 ± 0·8 Min. 11°4 ± 0·3 9. J.
F_0 = 5. Sept. ± 3 „ = 2172·2 ± 48·5 „ 18·5 ± 0·5 „ 11·7 ± 1·1 9. „

An demselben Standorte wie 560. Ist daselbst die am frühesten blühende Sorte der Weinreben. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Trauben die ersten dunkelblauen Beeren zeigten.

LVI. Corneae.

562. *Cornus alba* L.

B_0 = 17. Mai ± 3 Σt = 513°4 ± 14·4 Max. 17°4 ± 1·1 Min. 8°7 ± 0·3 6. J.
F_0 = 4. Juli ± 3 „ = 1216·5 ± 37·0 „ 20·6 ± 3·6 „ 13·3 ± 2·3 3. „

Standort beschattet. Ging mit dem Jahre 1857 ein. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Beeren milchweiss wurden. Um die Mitte Juli stellten sich in manchen Jahren die zweiten Blüthen ein.

563. *Cornus mas* L.

B_0 = 29. März ± 4 Σt = 145°5 ± 6·6 Max. 11°1 ± 1·1 Min. 3°6 ± 3·4 9. J.
F_0 = 19. Aug. ± 4 „ = 1907·7 ± 24·6 „ 20·1 ± 1·2 „ 11·2 ± 0·9 8. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Steinfrucht blutroth wird.

564. *Cornus sanguinea* L.

B_0 = 1. Juni ± 2 Σt = 729°9 ± 17·3 Max. 18°6 ± 0·6 Min. 10°2 ± 0·9 10. J.
F_0 = 16. Aug. ± 2 „ = 1864·9 ± 40·2 „ 20·5 ± 1·6 „ 12·4 ± 0·3 8. „

Standort beschattet. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Steinfrucht schwarz wird. Blüht nicht selten von der Mitte August bis um die Mitte September zum zweiten Male.

LVII. Crassulaceae.

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der entfärbten und trockenen Balgkapseln angenommen.

565. *Sedum acre* L.

B_0 = 31. Mai ± 1 Σt = 682°4 ± 19·5 Max. 21°2 ± 1·5 Min. 11°4 ± 0·5 6. J.

Ging mit dem Jahre 1858 ein. Die Fruchtreife nicht beobachtet.

566. *Sedum album* L.

B_0 = 25. Juni ± 1 Σt = 1072°8 ± 20·3 Max. 19°4 ± 1·1 Min. 10°9 ± 0·3 10. J.
F_0 = 3. Aug. ± 4 „ = 1637·2 ± 45·1 „ 20·5 ± 0·5 „ 11·9 ± 1·0 5. „

Die Früchte verkümmern eben so oft, als sie zur Entwickelung gelangen.

567. *Sedum latifolium* Bertol.

B_0 = 6. Aug. ± 2 Σt = 1726°3 ± 34·6 Max. 23°4 ± 1·3 Min. 14°2 ± 0·2 7. J.
F_0 = 12. Sept. ± 3 „ = 2313·5 ± 10·4 „ 16·2 ± 0·7 „ 10·4 ± 0·6 4. „

Blühte nicht mehr in den letzten Jahren, wesshalb eine andere nahe stehende Gruppe von Pflanzen gewählt worden ist.

568. *Sedum reflexum* L. *var. recurvatum.*

B_0 = 20. Juni ± 1 Σt = 1005°2 ± 13·6 Max. 19°6 ± 1·5 Min. 11°6 ± 0·6 10. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1679·2 ± 25·6 „ 21·6 ± 0·8 „ 12·1 ± 0·4 10. „

Blühte am 9. October 1856 zum zweiten Male.

569. *Sedum sexangulare* L.

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 871°4 ± 29·3 Max. 22°3 ± 1·1 Min. 12°2 ± 0·3 10. J.
F_0 = 26. Juli ± 2 „ = 1510·8 ± 23·0 „ 20·6 ± 1·0 „ 13·2 ± 0·8 4. „

Die Früchte verkümmern eben so oft, als sie sich entwickeln.

570. *Sedum Sieboldii* Hort.

B_0 = 11. Oct. ± 1 Σt = 2588°6 ± 34·0 Max. 14°9 ± 1·2 Min. 7°3 ± 0·5 9. J.

Blüht zu spät, um die Früchte zur Reife bringen zu können.

LVIII. Saxifragaceae.

571. *Saxifraga crassifolia* L. *var. obovata.*

B_0 = 19. April ± 2 Σt = 290°4 ± 12·0 Max. 13°4 ± 1·2 Min. 4°1 ± 0·8 8. J.

Blühte 1854 nicht.

572. *Saxifraga cordifolia* Haw.

B_0 = 13. April ± 3 Σt = 256°8 ± 12·1 Max. 15°9 ± 0·6 Min. 4°2 ± 0·6 9. J.

Bei beiden Arten entwickelten sich keine Früchte.

573. *Heuchera americana* L.

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 657°1 ± 20·8 Max. 18°0 ± 0·6 Min. 8°9 ± 0·9 8. J.
F_0 = 14. Juli. ± 1 „ = 1345·6 ± 50·5 „ 21·0 ± 1·4 „ 12·9 ± 1·3 4. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der Kapsel angenommen. In einigen Jahren fehlen die Beobachtungen. Der Standort ziemlich beschattet.

LIX. Ribesiaceae.

574. *Ribes alpinum* L.

B_0 = 17. April ± 4 Σt = 237°1 ± 11·1 Max. 11°6 ± 2·6 Min. 3°1 ± 1·8 4. J.

Seit 1854 die Zeit der Blüthe versäumt. Der Strauch setzte nie Früchte an. Standort beschattet.

575. *Ribes aureum* Pursh. *var. sanguineum.*

B_0 = 17. April ± 5 Σt = 264°8 ± 4·4 Max. 14°4 ± 1·4 Min. 4°5 ± 0·5 9. J.
F_0 = 29. Juni ± 2 „ = 1108·7 ± 30·0 „ 22·0 ± 0·8 „ 10·9 ± 0·5 6. „

Standort ziemlich beschattet. Die Fruchtreife ist mit der braunrothen Färbung der Beeren angenommen. In den letzten drei Jahren entwickelten sich keine Früchte.

576. *Ribes Grossularia* L.

B_0 = 10. April ± 3 Σt = 226°6 ± 7·6 Max. 13°4 ± 2·5 Min. 4°9 ± 1·0 10. J.

Standort beschattet. Die Fruchtreife konnte nicht beobachtet werden.

577. *Ribes nigrum* L.

Kam nur 1852 zur Blüthe und ging mit dem Jahre 1855 ein.

578. *Ribes rubrum* L.

B_0 = 18. April ± 3 Σt = 269°4 ± 8·5 Max. 15°7 ± 1·6 Min. 5°3 ± 0·8 5. J.
F_0 = 8. Juni ± 5 „ = 868·8 ± 57·3 „ 15·9 ± 1·5 „ 9·4 ± 0·2 3. „

Beobachtungen seit 1854. Ging mit dem Jahre 1858 ein. Die Fruchtreife ist mit der scharlachrothen Färbung der Beeren angenommen.

579 *Robsonia speciosa.*

B_0 = 15. Mai ± 4 Σt = 469°7 ± 21·5 Max. 17°1 ± 2·1 Min. 6°3 ± 0·8 3. J.

Ging mit dem Jahre 1855 ein. Setzte nie Früchte an.

LX. Magnoliaceae.

580. *Magnolia acuminata* L.

Ein junger Baum, der noch keine Blüthen entwickelt, an dem daher nur die Belaubung und Entlaubung beobachtet worden ist. Standort beschattet.

581. *Liriodendron tulpifera* L.

Hat ebenfalls noch in keinem Jahre geblüht und ist noch jünger. Standort jedoch sonnig.

LXI. Dilleniaceae.

582. *Actaea spicata* L.

B_0 = 7. Mai ± 3 Σt = 426°4 ± 16·8 Max. 17°4 ± 1·3 Min. 7°1 ± 0·9 6. J.

Standort beschattet. Entwickelte seit 1859 keine Blüthen mehr und nur selten die Früchte.

LXII. Ranunculaceae.

583. *Clematis angustifolia* Jacq. *lasiantha.*

B_0 = 3. Juni ± 2 Σt = 745°5 ± 19·1 Max. 20°3 ± 1·4 Min. 11°1 ± 0·4 7. J.

Standort beschattet. Die Früchte kommen selten zur Ausbildung. Selbst die Blüthen entwickelten sich in den letzten Jahren selten.

584. *Clematis erecta* Allion. *Clematis recta* L.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 765°5 ± 36·4 Max. 19°6 ± 1·1 Min. 10°7 ± 0·1 5. J.

Standort beschattet. Die Früchte entwickelten sich in keinem Jahre, selbst die Blüthen eben so oft als nicht.

585. *Clematis Flammula* L. *var. vulgaris.*

B_0 = 21. Juli ± 4 Σt = 1476°0 ± 45·7 Max. 22°5 ± 1·0 Min. 12°2 ± 0·6 9. J.

Die Früchte entwickelten sich nie, obgleich der Strauch an den sonnigen Traillagen einer westseitigen Mauer aufgebunden ist.

586. *Clematis integrifolia* L. *var. elongata.*

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 701°2 ± 23·5 Max. 17°9 ± 1·3 Min. 9°6 ± 1·0 9. J.
F_0 = 18. Juli ± 4 „ = 1405·7 ± 20·0 „ 20·5 ± 2·5 „ 12·9 ± 1·0 3. „

Standort beschattet. Die Früchte kommen nur in wenigen Jahren zur Ausbildung. Im Jahre 1856 nicht einmal die Blüthen.

587. *Clematis orientalis* L.

B_0 = 24. Aug. ± 6 Σt = 1988°9 ± 66·6 Max. 20°3 ± 1·4 Min. 12°2 ± 1·0 9. J.

An den sonnigen Traillagen einer westseitigen Mauer. Blüht zu spät, um die Früchte zur Ausbildung bringen zu können.

588. *Clematis sibirica* L. *Atragene sibirica.*

B_0 = 22. April ± 3 Σt = 313°8 ± 8·0 Max. 15°8 ± 1·2 Min. 5°4 ± 0·2 9. J.

Die Fruchtreife bietet keine bestimmten Kennzeichen für die Beobachtung. Steht an den sonnigen Traillagen einer westseitigen Mauer.

589. *Clematis virginiana* L.

B_0 = 12. Aug. ± 5 Σt = 1857°5 ± 120·4 Max. 22°8 ± 3·1 Min. 13°1 ± 0·1 2. J.

Blüht nur in manchen Jahren und entwickelt überhaupt immer nur wenig Blüthen, daher die Constanten so unsicher sind. Standort wie 588.

590. *Clematis vitalba* L. *var. bannatica.*

B_0 = 2. Aug. ± 9 Σt = 1671°2 ± 99·5 Max. 19°4 ± 1·1 Min. 11°1 ± 1·4 6. J.

Immer nur wenige Blüthen, daher die Zeit derselben unbeständig. Früchte bilden sich keine. Standort mit der vorigen.

Bei den Arten der Waldrebe ist die Fruchtreife angenommen, wenn die entfärbten Früchtchen sich von dem halbkugeligen Fruchtboden, auf dem sie eingefügt sind, leicht trennen lassen. Die Arten der einen Gruppe, welche im Schatten von Bäumen steht, entwickeln sich nur kümmerlich wegen fast gänzlichen Mangels an Sonnenschein; die der andern, welche an den sonnigen Traillagen einer westseitigen Mauer aufgebunden sind, leiden wieder dadurch, dass sie im Frühjahre beschnitten werden.

591. *Atragene alpina* L.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 398°4 ± 7·0 Max. 14°2 ± 1·7 Min. 5°6 ± 0·2 10. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1329·5 ± 34·2 „ 21·9 ± 1·0 „ 14·0 ± 0·3 3. „

An den oft erwähnten Traillagen. Die Fruchtreife, welche in mehreren Jahren nicht beobachtet worden ist, wie bei Clematis bestimmt.

592. *Thalictrum aquilegifolium* L.

B_0 = 22. Mai ± 2 Σt = 582°4 ± 15·1 Max. 18°3 ± 1·3 Min. 10°3 ± 1·1 5. J.
F_0 = 30. Juli ± 6 „ = 1598·7 ± 58·8 „ 20·6 ± 2·0 „ 14·3 ± 0·7 4. „

Standort beschattet. Die Pflanze ging mit dem Jahre 1856 ein.

593. *Thalictrum flavum* L.

B_0 = 3. Juli ± 4 Σt = 1142°0 ± 52·1 Max. 40°0 ± 2·5 Min. 10°7 ± 1·0 3. J.

Ging mit dem Jahre 1855 ein. Die Früchte verkümmerten gewöhnlich vor der Reife. Standort beschattet.

594. *Thalictrum minus* L.

B_0 = 23. Mai ± 3 Σt = 616°4 ± 9·1 Max. 17°4 ± 2·3 Min. 7°6 ± 0·5 6. J.
F_0 = 13. Juli ± 2 „ = 1395·8 ± 29·3 „ 21·0 ± 2·4 „ 12·8 ± 1·2 5. „

Beobachtungen seit 1854. Die Pflanze ging mit dem Jahre 1859 ein. Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die entfärbten Früchtchen sich von dem kleinen scheibenförmigen Fruchtboden leicht ablösen liessen.

595. *Anemone japonica* S. et Zucc.

B_0 = 19. Aug. ± 1 Σt = 1869°2 ± 10·7 Max. 19°2 ± 1·1 Min. 9°6 ± 0·8 9. J.
B'_0 = 7. Sept. ± 8 „ = 2236·5 ± 36·9 „ 19·2 ± 1·1 „ 9·6 ± 0·8 9. „

Blüht zu spät, um die Früchte zur Reife bringen zu können. B_0 gilt für die Jahre 1853—1855, B'_0 für die übrigen, weil diese Pflanze ihre Blüthezeit plötzlich geändert zu haben scheint.

596. *Anemone nemorosa* L.

B_0 = 10. April. ± 3 Σt = 224°0 ± 8·5 Max. 14°0 ± 0·2 Min. 4°7 ± 1·0 7. J.

Blüht nicht in jedem Jahre und setzt nie Früchte an. Standort beschattet.

597.* *Anemone pratensis* L.

B_0 = 6. April ± 3 Σt = 200°0 ± 8·7 Max. 11°8 ± 1·3 Min. 4°4 ± 0·6 10. J.
F_0 = 23. Mai ± 2 „ = 606·5 ± 26·3 „ 18·6 ± 1·0 „ 8·7 ± 1·0 8. „

Blüht in manchen Jahren in den Monaten August, September oder October zum zweiten Male. Die Fruchtreife angenommen, wenn sich die trocken werdenden Früchtchen vom Fruchtboden leicht trennen lassen.

598.* *Anemone Pulsatilla* L.

B_0 = 29. März ± 3 Σt = 151°8 ± 9·0 Max. 10°5 ± 1·1 Min. 2°5 ± 1·4 10. J.

Entwickelt keine Früchte. An den südlichen Abstürzen des Badnerberges und des Kalenderberges bei Mödling blüht diese Pflanze früher, bei ähnlicher Exposition gegen die Weltgegend dürfte jedoch die Blüthezeit dieselbe sein.

599. *Anemone ranunculoides* L.

B_0 = 17. April ± 2 Σt = 275°3 ± 13·3 Max. 13°4 ± 0·9 Min. 3°6 ± 0·5 9. J.

Standort beschattet. Es kommen immer nur wenige Pflanzen zur Blüthe und selbst diese mit verkümmerten Blumenblättern. Blüht später als im Freien. Früchte bilden sich keine.

600. *Anemone silvestris* L. *var. minor.*

B_0 = 6. Mai ± 2 Σt = 413°8 ± 8·3 Max. 17°2 ± 0·8 Min. 6°0 ± 0·6 10. J.
F_0 = 14. Juni ± 1 „ = 918·6 ± 14·7 „ 19·1 ± 2·0 „ 10·8 ± 0·9 9. „

Standort beschattet. Blüht fast alljährlich zum zweiten Male in der Zeit von Ende Juli bis Anfang September.

601. *Anemone virginiana* L. *var. angustifolia*

B_0 = 7. Juni ± 3 Σt = 791°5 ± 37·4 Max. 20°2 ± 1·3 Min. 10°5 ± 0·6 7. J.
F_0 = 13. Aug. ± 3 „ = 1825·6 ± 58·3 „ 20·7 ± 2·2 „ 12·8 ± 0·7 4. „

Standort beschattet. Blühte am 9. October 1854 zum zweiten Male.

Bei den beiden letzten Arten ist die Fruchtreife angenommen, wenn der Samenfilz vom Fruchtköpfchen sich zu trennen und auszufliegen beginnt.

602. *Hepatica angulosa* Lam.

B_0 = 6. März ± 12 Σt = 78°1 ± 4·8 Max. 8°2 ± 0·4 Min. — 0°2 ± 0·6 2. J.

Die Beobachtungen beginnen erst 1860 und erstrecken sich nicht über die Fruchtreife. Standort beschattet durch den Schatten einer südseitigen Mauer.

603.* *Hepatica triloba* Chaix.

B_0 = 10. März ± 5 Σt = 118°1 ± 10·2 Max. 8°9 ± 1·4 Min. 3°0 ± 1·4 8. J.
F_0 = 24. Mai ± 2 „ = 647·7 ± 21·3 „ 21·2 ± 0·2 „ 10·3 ± 0·3 2. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein und musste neu gepflanzt werden. Die Früchte entwickeln sich selten, die Reife derselben ist angenommen, wenn die entfärbten harten Früchtchen vom Fruchtboden trennbar sind. Blüht im Freien an Standorten, welche durch die Exposition gegen die Sonne mehr begünstiget sind, früher.

604. *Adonis vernalis* L.

B_0 = 16. April ± 3 Σt = 260°1 ± 10·6 Max. 13·6 ± 0·9 Min. 5°1 ± 1·3 8. J.

Standort beschattet; blüht daher beträchtlich später als an den südlichen Lehnen der Kalkberge um Wien, ihren natürlichen Standorten. Die Früchte kamen nie zur Entwickelung und mit dem Jahre 1859 ging die Pflanze ein.

605. *Ranunculus acris* L. *var. silvaticus.*

B_0 = 14. Mai ± 1 Σt = 499°7 ± 18·1 Max. 17°7 ± 1·1 Min. 9°3 ± 0·4 10. J.
F_0 = 17. Juni ± 2 „ = 974·9 ± 31·4 „ 18·2 ± 1·1 „ 11·2 ± 0·6 8. „

606. *Ranunculus nemorosus* D. C.

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 549°3 ± 14·1 Max. 18°3 ± 1·2 Min. 8°5 ± 0·7 6. J.
F_0 = 27. Juni ± 1 „ = 1086·4 ± 35·4 „ 17·9 ± 2·0 „ 10·3 ± 1·4 3. „

Ging mit dem Jahre 1857 ein. Standort beschattet.

Bei den Arten des Hahnenfusses ist die Fruchtreife in ähnlicher Weise wie bei der Leberblume bestimmt. Da jedoch die reifen Theilfrüchten fast schwarz sind und sich viel leichter vom Fruchtboden ablösen lassen, so ist die Erscheinung mit der Samenausstreuung identisch.

607. *Ficaria ranunculoides* Roth *variegata*

B_0 = 4. April ± 3 Σt = 191°9 ± 18·3 Max. 12°3 ± 1·8 Min. 3°3 ± 1·3 10. J.

In der Zwischenzeit an einen anderen, weniger beschatteten Standort verpflanzt worden. Setzt nie Früchte an.

608. *Caltha palustris* L.

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 349°8 ± 12·9 Max. 11°7 ± 1·7 Min. 3°3 ± 0·6 10. J.
F_0 = 4. Juli ± 2 „ = 1180·9 ± 21·4 „ 22·8 ± 2·4 „ 13·4 ± 0·1 3. „

Standort beschattet, am Rande eines Bassins. Früchte entwickelten sich nur in den ersten Jahren, dann nicht mehr. Blüht an natürlichen Standorten früher.

609. *Eranthis hiemalis* Salisb.

B_0 = 27. Febr. ± 8 Σt = 79°0 ± 12·8 Max. 8°0 ± 1·7 Min. 1°8 ± 0·7 9. J.
F_0 = 16. Mai ± 2 „ = 527·2 ± 24·1 „ 16·6 ± 1·8 „ 8·7 ± 0·6 6. „

Standort beschattet. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der kapselartigen Theilfrüchtchen angenommen. Sie waren dabei gewöhnlich welk und entfärbt. In der kleinen Rabatte, wo dieser Pflanze der Standort angewiesen ist, blüht sie gewöhnlich einige Tage später, als auf den benachbarten Plätzen unter Bäumen.

610.* *Helleborus niger* L.

B_0 = 19. Oct. ± 2 Σt = 2677°4 ± 43·1 Max. 13°0 ± 0·6 Min. 5°9 ± 0·5 8. J.

Keine reifen Früchte, da die Fruchtbildung in den Winter fällt. Die Blüthen überdauern, wenn sie durch eine Schneedecke hinreichend geschützt sind, nicht selten den Winter, verlieren aber die Fähigkeit den Pollen auszustreuen, welche nur neugebildeten eigen ist, die bei milder Witterung sich bis etwa Ende März fortwährend einstellen.

611. *Helleborus odorus* W. Kit.

B_0 = 24. März ± 8 Σt = 136°9 ± 34·9 Max. 12°2 ± 2·0 Min. 3°1 ± 2·0 3. J.

612. *Helleborus purpurascens* W. Kit.

B_0 = 28. März ± 3 Σt = 142°6 ± 10·4 Max. 12°0 ± 2·0 Min. 3°6 ± 0·2 3. J.

613. *Helleborus viridis* L.

B_0 = 10. April ± 4 Σt = 197°3 ± 14·8 Max. 7°6 ± 1·6 Min. 1°3 ± 0·5 4. J.
F_0 = 17. Juni ± 6 „ = 893·2 ± 24·2 „ 19·0 ± 1·7 „ 10·4 ± 0·5 2. „

Die Fruchtreife, welche selten stattfand, wie bei *Eranthis* bestimmt.

Über die drei letzten Arten der Nieswurz reichen die Beobachtungen nur bis 1855, weil die Pflanzen ausgegraben und aus dem öffentlichen Theil des Gartens entfernt worden sind.

Rechnet man wieder, wie bei der Gattung *Crocus*, für alle Arten der Gattung *Helleborus* die Temperatursummen vom 1. Jänner des vorhergehenden Jahres, da eine Art im Herbst, die anderen im folgenden Frühjahr blühen, so erhält man, ausgehend von der normalen Jahressumme = 2856·5 für

	Σt
Hellebrous niger	2677·4
„ *odorus*	2993·4
„ *purpurascens*	2999·1
„ *viridis*	3053·8.

614. *Aquilegia atrata* Koch.

B_0 = 5. Mai ± 4 Σt = 341°4 ± 7·0 Max. 12°2 ± 0·0 Min. 5°2 ± 0·8 2. J.
F_0 = 18. Juni ± 3 „ = 965·3 ± 57·3 „ 14·3 ± 1·2 „ 9·6 ± 0·6 2. „

Ging schon mit dem Jahre 1853 ein.

615. *Aquilegia atropurpurea* Willd.

B_0 = 16. April ± 2 Σt = 282°5 ± 11·1 Max. 14°2 ± 1·3 Min. 5°4 ± 1·0 8. J.
F_0 = 29. Mai ± 0 „ = 727·9 ± 31·4 „ 18·9 ± 1·4 „ 10·3 ± 0·2 4. „

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1861 keine Früchte, weil die Blüthen erfroren.

616. *Aquilegia glandulosa* Mönch.

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 562°5 ± 18·5 Max. 17°5 ± 1·0 Min. 8°9 ± 0·4 10. J.
F_0 = 28. Juni ± 2 „ = 1133·2 ± 10·2 „ 21·4 ± 1·9 „ 12·6 ± 0·5 7. „

Standort beschattet.

617. *Aquilegia vulgaris* L. *var. rosea.*

B_0 = 18. Mai ± 3 Σt = 511°8 ± 21·4 Max. 16°9 ± 1·2 Min. 8°8 ± 0·4 5. J.
F_0 = 28. Juni. ± 2 „ = 1094·5 ± 21·3 „ 20·6 ± 0·9 „ 12·7 ± 0·5 8. „

Blüht nicht in jedem Jahre, die Fruchtreife dann an anderen Varietäten der Art beobachtet.

Bei den Arten des Akelei ist die Fruchtreife angenommen, wenn die trockenen, entfärbten Kapseln aufspringen.

618.* *Delphinium Consolida* L. (2)

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 663°5 ± 23·0 Max. 17°8 ± 1·1 Min. 9°0 ± 0·9 8. J.
F_0 = 26. Juli ± 1 „ = 1349·2 ± 32·4 „ 22·5 ± 1·3 „ 11·1 ± 0·8 8. „

Beobachtungen seit 1854.

619. *Delphinium grandiflorum* L.

B_0 = 28. Juni ± 5 Σt = 1135°3 ± 92·2 Max. 19°4 ± 2·6 Min. 10°4 ± 0·2 4. J.
F_0 = 8. Aug. ± 5 „ = 1707·2 ± 28·7 „ 19·0 ± 0·2 „ 12·5 ± 1·2 2. „

Beobachtungen seit 1854. Ging mit dem Jahre 1857 ein.

620. *Delphinium intermedium* Ait *var. alpinum.*

B_0 = 7. Juni ± 2 Σt = 811°6 ± 21·6 Max. 20°3 ± 1·2 Min. 10°2 ± 0·6 10. J.
F_0 = 12. Juli ± 3 „ = 1321·8 ± 22·9 „ 21·7 ± 1·0 „ 11·9 ± 0·3 8. „

Blühte am 1. November 1855 zum zweiten Male in demselben Jahre.

621. *Delphinium triste* Fisch.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 723°2 ± 14·1 Max. 19°1 ± 1·0 Min. 9°6 ± 0·6 10. J.
F_0 = 1. Juli ± 2 „ = 1176·1 ± 19·4 „ 19·1 ± 1·0 „ 11·7 ± 0·4 9. „

Der Standort der drei letzten Arten ziemlich beschattet. Die Fruchtreife ist bei dieser Gattung mit dem Aufspringen der trockenen und entfärbten Kapseln angenommen.

622.* *Aconitum Cammarum* L.

B_0 = 19. Juli ± 1 Σt = 1444°7 ± 16·3 Max. 22°6 ± 1·0 Min. 12°7 ± 0·8 10. J.
F_0 = 23. Aug. ± 2 „ = 1989·8 ± 25·8 „ 17·7 ± 1·3 „ 12·5 ± 2·3 9. „

623. *Aconitum japonicum* L.

B_0 = 17. Sept. ± 2 Σt = 2292°7 ± 45·5 Max. 18°7 ± 1·4 Min. 8°9 ± 1·2 4. J.

Ging mit dem Jahre 1855 ein. Blüht zu spät, um die Früchte zur Reife bringen zu können.

624. *Aconitum Lycoctonum* L. *var. puberulum.*

B_0 = 18. Juni ± 4 Σt = 952°8 ± 51·7 Max. 20°3 ± 1·3 Min. 10°7 ± 0·2 8. J.
F_0 = 5. Aug. ± 3 „ = 1684·9 ± 39·4 „ 21·3 ± 1·5 „ 12·9 ± 0·7 4. „

Die Früchte verkümmern oft aus Mangel an Feuchtigkeit des Bodens.

625. *Aconitum Napellus* L.

B_0 = 25. Juni ± 2 Σt = 1069°3 ± 22·0 Max. 20°2 ± 1·7 Min. 11°5 ± 0·5 9. J.
F_0 = 30. Juli ± 5 „ = 1641·7 ± 18·3 „ 21·9 ± 4·0 „ 12·8 ± 2·0 3. „

Auch die Früchte dieser Art verkümmern gewöhnlich aus dem bei der vorigen angeführten Grunde.

Die Fruchtreife ist bei dieser Gattung in ähnlicher Weise wie bei der vorigen bestimmt.

626. *Botrophis actaeoides.*

B_0 = 1. Juli ± 2 Σt = 1141°9 ± 36·1 Max. 18°8 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·7 7. J.

Standort beschattet. Die Früchte verkümmern fast immer, selbst die Blüthen in manchen Jahren.

627. *Paeonia albiflora* Pallas *var. rosea.*

B_0 = 28. Mai ± 1 Σt = 672°0 ± 19·1 Max. 18°8 ± 0·8 Min. 9°3 ± 0·8 10. J.
F_0 = 3. Aug. ± 2 „ = 1678·8 ± 33·0 „ 20·6 ± 1·3 „ 12·0 ± 0·3 9. „

Im Jahre 1861 ohne Früchte.

628. *Paeonia Moutan* L. *var. papaveracea.*

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 514°4 ± 14·7 Max. 17°2 ± 1·2 Min. 7°9 ± 0·6 10. J.
F_0 = 7. Aug. ± 2 „ = 1759·6 ± 42·7 „ 23·2 ± 0·8 „ 12·9 ± 0·5 7. „

Die Früchte verkümmern in manchen Jahren.

629. *Paeonia officinalis* Retz *var. puberula.*

B_0 = 18. Mai ± 1 Σt = 548°1 ± 22·8 Max. 16°2 ± 1·4 Min. 8°4 ± 0·7 10. J.
F_0 = 8. Aug. ± 3 „ = 1766·2 ± 41·8 „ 19·7 ± 1·9 „ 12·4 ± 0·3 5. „

630. *Paeonia tenuifolia* L.

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 442°7 ± 10·5 Max. 15°4 ± 1·2 Min. 6°3 ± 0·5 10. J.
F_0 = 6. Juli ± 6 „ = 1247·4 ± 27·8 „ 18·9 ± 1·2 „ 11·0 ± 0·3 10. „

Bei den Paeonien ist die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Balgkapsel angenommen. Nach langer Dürre ist dieses Aufspringen gewöhnlich durch einen ausgiebigen Regen bedingt. Der Standort sämmtlicher Paeonien ist ziemlich beschattet.

LXIII. Berberideae.

631. *Leontice Vesicaria* Pall.

B_0 = 19. April ± 3 Σt = 256°4 ± 22·0 Max. 14°8 ± 1·0 Min. 3°7 ± 1·1 8. J.

Früchte bilden sich nie.

632. *Epimedium alpinum* L.

B_0 = 26. April ± 2 Σt = 341°9 ± 15·5 Max. 11°5 ± 1·7 Min. 4°8 ± 1·0 10. J.

Bleibt ebenfalls ohne Früchte.

633. *Berberis Aquifolium* Pursh. *var. repens.*

B_0 = 22. April ± 2 Σt = 310°4 ± 5·2 Max. 14°8 ± 1·3 Min. 5°3 ± 0·6 10. J.
F_0 = 25. Juli ± 7 „ = 1496·2 ± 80·9 „ 22·0 ± 0·8 „ 12·6 ± 0·5 5. „

Standort beschattet. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Beeren schwarz wurden und bläulich bereift waren.

634. *Berberis provincialis* Audib. Schrad. Lodd.

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 472°1 ± 8·7 Max. 16°4 ± 1·5 Min. 7°2 ± 0·8 9. J.
F_0 = 6. Aug. ± 2 „ = 1736·8 ± 28·9 „ 23·4 ± 0·9 „ 13·3 ± 0·2 9. „

Im Jahre 1858 ohne Früchte. Die Reife derselben mit der scharlachrothen Färbung der Beeren angenommen, welche dann bläulich bereift sind.

LXIV. Papaveraceae.

635. *Chelidonium majus* L.

B_0 = 5. Mai ± 2 Σt = 403°8 ± 14·3 Max. 15°6 ± 1·1 Min. 5°7 ± 0·4 9. J.

F_0 = 5. Juni ± 1 „ = 785·0 ± 15·8 „ 20·5 ± 1·1 „ 10·5 ± 0·3 9. „

Blüht in vielen Jahren im August zum zweiten Male. Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der schotenförmigen Kapsel angenommen.

636. *Papaver orientale* L.

B_0 = 25. Mai ± 1 Σt = 645°2 ± 24·0 Max. 19°0 ± 0·7 Min. 10°6 ± 0·3 9. J.

F_0 = 28. Juni ± 2 „ = 1149·5 ± 26·4 „ 20·1 ± 1·2 „ 11·6 ± 0·4 8. „

637. **Papaver Rhoeas* L. (2) durch Selbstsaat.

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 565°9 ± 19·0 Max. 17°1 ± 1·1 Min. 8°8 ± 1·1 9. J.

F_0 = 16. Juni ± 5 „ = 946·9 ± 18·4 „ 20·8 ± 1·1 „ 11·2 ± 0·4 9. „

Blühte am 26. August 1856 zum zweiten Male in demselben Jahre und ging im folgenden Winter ein. Wurde hierauf gesäet.

638. **Papaver somniferum* L. (2) durch Selbstsaat.

B_0 = 17. Juni ± 3 Σt = 994°3 ± 81·7 Max. 20°5 ± 0·6 Min. 11°4 ± 0·4 8. J.

F_0 = 10. Juli ± 1 „ = 1219·5 ± 19·6 „ 22·6 ± 2·0 „ 13·8 ± 1·8 3. „

Ich bin nicht ganz sicher, ob in einem oder dem anderen Jahre nicht eine einjährige Pflanze beobachtet worden ist, da ein- und zweijährige nicht selten vermengt standen.

Bei den Mohnarten ist die Fruchtreife angenommen, wenn die unter der strahligen Narbe befindlichen Kläppchen der entfärbten und hart gewordenen Kapsel sich öffnen.

639. *Glaucium luteum* Scop.

B_0 = 1. Juni ± 1 Σt = 704°2 ± 11·0 Max. 19°5 ± 1·1 Min. 9°9 ± 0·5 9. J.

F_0 = 21. Juli ± 2 „ = 1461·9 ± 16·2 „ 21·9 ± 1·4 „ 13·2 ± 1·1 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die entfärbte, trocken gewordene, schotenförmige Kapsel aufspringt.

640. **Fumaria officinalis* L. (2)

B_0 = 24. April ± 4 Σt = 316°9 ± 22·3 Max. 11°8 ± 2·2 Min. 4°7 ± 1·3 6. J.

F_0 = 8. Juni ± 4 „ = 823·6 ± 60·9 „ 19·9 ± 1·2 „ 12·0 ± 1·0 4. „

Die Reife ist mit dem Abfallen der entwickelten Früchte angenommen. Blüht fast alljährlich in den Monaten August, September und October zum zweiten Male durch Selbstaussaat.

LXV. Cruciferae.

In dieser Familie ist die Fruchtreife angenommen mit dem Aufspringen der entwickelten, aber entfärbten und trocken gewordenen Schote (oder Schötchen), wenn bei den einzelnen Arten eine besondere Bemerkung fehlt. In vielen Fällen findet zugleich ein Abfallen der Klappen statt, insbesondere wenn die Schötchen rund sind.

641. *Barbarea vulgaris* R. Br. (2)

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 342°1 ± 13·4 Max. 13°2 ± 2·1 Min. 4°9 ± 0·7 8. J.

F_0 = 30. Juni ± 3 „ = 1144·7 ± 28·4 „ 20·2 ± 1·1 „ 20·2 ± 1·0 8. „

Blühte in letzter Zeit nicht mehr alljährlich.

642. *Arabis alpina* L.

B_0 = 8. April ± 3 Σt = 196°6 ± 9·0 Max. 13°3 ± 1·6 Min. 5°1 ± 0·9 8. J.
F_0 = 3. Juni ± 3 „ = 747·9 ± 42·9 „ 19·9 ± 2·5 „ 10·1 ± 0·7 5. „

Hatte in den letzten Jahren durch eine Art Erdfloh *(Haltica lepidii)* viel zu leiden, so dass die Pflanze schon zur Zeit der Blüthe zerstört war, um so mehr um die Zeit der Fruchtreife.

643. *Berteroa incana* D. C. ②

B_0 = 13. Juni ± 3 Σt = 895°0 ± 34·2 Max. 22°8 ± 1·6 Min. 12°3 ± 0·1 6. J.
F_0 = 21. Juli ± 5 „ = 1453·6 ± 67·1 „ 21·2 ± 1·2 „ 12·6 ± 0·3 7. „

Blieb 1856 ohne Blüthen, 1858 ohne entwickelten Früchten.

644. *Alyssum saxatile* L.

B_0 = 19. April ± 2 Σt = 283°0 ± 10·3 Max. 14°3 ± 1·0 Min. 5°1 ± 0·8 10. J.
F_0 = 8. Juni ± 2 „ = 802·9 ± 29·0 „ 19·5 ± 1·4 „ 12·0 ± 0·3 8. „

Litt in ähnlicher Weise wie 642.

645. **Armoracia rusticana* L.

B_0 = 15. Mai ± 8 Σt = 512°6 ± 21·5 Max. 15°2 ± 0·7 Min. 8°9 ± 0·6 7. J.
F_0 = 27. Juni ± 11 „ = 1103·4 ± 67·6 „ 22·2 ± 4·2 „ 11·6 ± 2·2 2. „

Die Früchte kommen selten zur Entwickelung.

646. **Cochlearia officinalis* L.

B_0 = 5. April ± 2 Σt = 214°8 ± 7·3 Max. 12°9 ± 2·4 Min. 4°3 ± 0·9 7. J.
F_0 = 31. Mai ± 2 „ = 703·5 ± 13·6 „ 19·4 ± 1·2 „ 9·2 ± 2·0 6. „

Im Jahre 1858 ohne Blüthen. Am 6. Juli 1860 zum zweiten Male blühend.

647. *Iberis sempervirens* L.

B_0 = 23. April ± 2 Σt = 317°2 ± 10·6 Max. 14°8 ± 1·7 Min. 4°9 ± 0·7 9. J.
F_0 = 25. Juni ± 3 „ = 1074·3 ± 43·3 „ 19·9 ± 1·0 „ 10·5 ± 0·2 8. „

648. *Hesperis matronalis* L.

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 544°4 ± 16·8 Max. 19°7 ± 0·6 Min. 8°8 ± 0·8 5. J.
F_0 = 6. Juli ± 2 „ = 1261·4 ± 11·0 „ 20·6 ± 1·0 „ 11·0 ± 0·7 5. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Schoten hart und entfärbt waren.

649. *Sisymbrium austriacum* Jacq.

B_0 = 6. Mai ± 2 Σt = 396°1 ± 17·3 Max. 15°8 ± 1·8 Min. 6°2 ± 1·2 6. J.
F_0 = 22. Juni ± 3 „ = 1012·0 ± 25·6 „ 18·9 ± 1·7 „ 10·6 ± 1·2 6. „

Ging mit dem Jahre 1858 ein.

650. *Erisymum crepidifolium* Reichb.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 377°7 ± 11·8 Max. 17°9 ± 1·5 Min. 6°1 ± 1·0 6. J.
F_0 = 4. Juli ± 5 „ = 1231·3 ± 53·6 „ 20·0 ± 1·1 „ 11·9 ± 0·4 6. „

Ging mit dem Jahre 1859 ein. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Schoten hart und entfärbt waren, da sie schwer aufspringen.

651. **Isatis tinctoria* L.

B_0 = 6. Mai ± 2 Σt = 416°2 ± 9·8 Max. 14°0 ± 1·0 Min. 6°4 ± 1·0 10. J.
F_0 = 14. Juni ± 1 „ = 893·2 ± 25·0 „ 19·2 ± 1·8 „ 11·4 ± 1·0 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Schötchen schwärzlich werden, also vielleicht etwas zu früh. In den letzten Jahren fehlen die Beobachtungen hierüber.

652.* *Brassica melanosinapis* Koch ⊙ S = 2. Mai ± 0.

B_0 = 31. Mai ± 6 Σt = 275°4 ± 43·8 Max. 19°0 ± 1·1 Min. 10°1 ± 0·3 2—5. J.

Über die Fruchtreife sind die Beobachtungen nicht vollständig. Blüht im September fast alljährlich durch Selbstsaat zum zweiten Male.

653.* *Raphanus sativus* L. ⊙ S = 28. April ± 4.

B_0 = 12. Juni ± 2 Σt = 703°8 ± 10·8 Max. 21°3 ± 1·6 Min. 12°2 ± 1·1 4—6. J.
F_0 = 5. Aug. ± 3 „ = 1376·8 ± 10·6 „ 23·5 ± 0·3 „ 13·7 ± 0·7 3—5. „

Die Fruchtreife mit dem Hartwerden und der Entfärbung der gegliederten Schote angenommen.

LXVI. Resedaceae.

654. *Reseda lutea* L. ②

B_0 = 20. Mai ± 3 Σt = 627°0 ± 24·4 Max. 19°5 ± 1·2 Min. 9°7 ± 0·4 4. J.

Standort ziemlich beschattet, blüht daher später als an sonnigen Standorten im Freien. Die Fruchtreife nicht beobachtet.

655. *Reseda luteola* L. ②

B_0 = 9. Mai ± 1 Σt = 437°4 ± 32·6 Max. 14°2 ± 2·4 Min. 7°6 ± 1·9 4. J.
F_0 = 17. Juli ± 5 „ = 957·3 ± 33·8 „ 20·8 ± 3·4 „ 12·6 ± 1·4 4. „

Ist wechselweise ein- und zweijährig, daher nur jedes zweite Jahr blühend. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Samen in der offenen Kapsel schwarz erscheinen.

LXVII. Nymphaeaceae.

656. *Nymphaea alba* L.

B_0 = 25. Mai ± 3 Σt = 649°3 ± 22·7 Max. 19°3 ± 1·1 Min. 11°0 ± 0·5 10. J.

Standort in einem Wasser-Bassin, die Blätter auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Früchte bilden sich nie, weil die Blüthen gefüllt sind.

657. *Nuphar luteum* Sm.

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 646°9 ± 25·3 Max. 18°1 ± 1·0 Min. 9°5 ± 0·5 4. J.
F_0 = 28. Juli ± 5 „ = 2046·7 ± 23·3 „ 16·6 ± 2·6 „ 9·3 ± 2·1 3. „

In einem anderen, ziemlich beschatteten Bassin. Die Fruchtreife mit dem Abfallen der birnförmigen Beeren angenommen, welche aber grün bleiben, und nur selten zur Ausbildung gelangen. Scheint im August oder September zum zweiten Male zu blühen, wenn die Blüthen nicht Spätlinge der ersten Periode sind.

LXVIII. Cistaceae.

658. *Helianthemum oelandicum* Wahlenb.

B_0 = 20. Mai ± 3 Σt = 576°8 ± 16·5 Max. 18°7 ± 1·6 Min. 9°1 ± 0·4 5. J.
F_0 = 22. Juni ± 1 „ = 1002·6 ± 36·6 „ 20·9 ± 2·4 „ 11·5 ± 0·5 5. „

Blüht im August bis Anfang September in manchen Jahren zum zweiten Male. Ging mit dem Jahre 1857 ein. Blüht später als an den sonnigen natürlichen Standorten.

659. ***Helianthemum vulgare*** **Gärtn.**

B_0 = 23. Mai ± 2 Σt = 595°2 ± 20·2 Max. 18°2 ± 1·0 Min. 9°2 ± 0·6 8. J.
F_0 = 22. Juni ± 2 „ = 1025·6 ± 20·6 „ 18·4 ± 1·5 „ 10·8 ± 0·9 8. „

Blüht in den meisten Jahren im August zum zweiten Male. Ging ein mit dem Jahre 1859.

Die Fruchtreife ist bei dieser Gattung mit dem Aufspringen der harten und entfärbten Kapsel angenommen.

LXIX. Violarieae.

660. *Viola arenaria* D. C.

B_0 = 14. April ± 6 Σt = 244°5 ± 36·5 Max. 10°1 ± 2·0 Min. 4°0 ± 1·7 5. J.

Ging mit 1854 ein und wurde in den letzten Jahren neu gepflanzt.

661. *Viola hirta* L. *ambigua.*

B_0 = 6. April ± 3 Σt = 174°6 ± 15·1 Max. 9°5 ± 2·4 Min. 1°4 ± 2·1 6. J.

Ging mit dem Jahre 1858 ein.

662. *Viola montana* L.

B_0 = 9. April ± 2 Σt = 182°3 ± 5·5 Max. 10°8 ± 3·5 Min. 1°7 ± 2·6 3. J.

Ging mit dem Jahre 1855 ein.

663.* *Viola odorata* L.

B_0 = 30. März ± 2 Σt = 157°8 ± 9·0 Max. 12°9 ± 1·7 Min. 3°3 ± 1·5 10. J.
F_0 = 2. Juni ± 0 „ = 747·9 ± 21·0 „ 18·8 ± 1·6 „ 7·5 ± 1·7 7. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der Kapseln angenommen, welche, da sie am Boden liegen, wenig entfärbt und auch nicht trocken sind; sie kommen nur selten zur Entwickelung. Blüht in manchen Jahren zweimal.

664. *Viola pratensis* M. et K.

B_0 = 26. April ± 4 Σt = 325°6 ± 8·8 Max. 14°5 ± 2·3 Min. 8°2 ± 2·2 2. J.
F_0 = 15. Juni ± 7 „ = 919·1 ± 41·5 „ 17·6 ± 4·8 „ 11·7 ± 0·9 2. „

Ging mit dem Jahre 1854 ein.

Die perennirenden Veilchen-Arten wurden im Jahre 1856 an einen anderen, weniger beschatteten Standort verpflanzt. Nur *Viola odorata* blieb am früheren Orte, welcher jedoch besonnt ist.

665.* *Viola tricolor* L. ②

B_0 = 9. April ± 4 Σt = 234°0 ± 29·7 Max. 14°0 ± 1·9 Min. 5°5 ± 1·1 7. J.
F_0 = 12. Juni ± 4 „ = 907·3 ± 19·4 „ 21·4 ± 0·8 „ 11·5 ± 0·1 4. „

In manchen Jahren eingegangen und desshalb neu gepflanzt. Die Beobachtungen über Fruchtreife in einigen Jahren versäumt; sie ist mit dem Aufspringen der trockenen und harten Kapsel angenommen.

LXX. Caryophilleae.

Die Fruchtreife ist, wenn nichts bemerkt ist, mit dem Aufspringen der trockenen harten Kapsel angenommen. Es bildet sich gewöhnlich am oberen Ende der Kapsel eine Öffnung, durch welche man die dunklen Samen sieht.

666. *Cerastium arvense* L.

B_0 = 7. Mai ± 1 Σt = 419°6 ± 13·5 Max. 16°6 ± 1·1 Min. 6°2 ± 0·2 10. J.
F_0 = 9. Juni ± 3 „ = 824·9 ± 24·2 „ 18·8 ± 1·3 „ 10·5 ± 0·3 8. „

Blühte am 3. August 1856 und am 1. November 1852 zum zweiten Male. Standort beschattet, daher etwas später blühend als an den gewöhnlichen Standorten im Freien.

667. *Dianthus Carthusianorum* L. *medius.*

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 769°0 ± 21·3 Max. 21°2 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·5 8. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1346·1 ± 18·0 „ 21·3 ± 0·9 „ 11·8 ± 0·7 8. „

Ging mit dem Jahre 1859 ein. Scheint am 6. October 1855 zum zweiten Male geblüht zu haben, wenn die Blüthe kein Nachzügler der ersten Periode war.

668. *Dianthus deltoides* L.

B_0 = 28. Mai ± 2 Σt = 657°3 ± 35·1 Max. 23°4 ± 2·3 Min. 11°5 ± 1·1 3. J.
F_0 = 25. Juni ± 4 „ = 1064·3 ± 26·4 „ 18·4 ± 3·6 „ 10·9 ± 2·0 3. „

Ging mit dem Jahre 1856 ein.

669. *Dianthus plumarius* L. *var. virens.*

B_0 = 22. Mai ± 2 Σt = 592°4 ± 19·7 Max. 18°9 ± 1·0 Min. 9°3 ± 0·9 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 3 „ = 1070·0 ± 38·4 „ 22·3 ± 1·1 „ 13·0 ± 0·9 7. „

Über die Fruchtreife fehlen die Beobachtungen in den letzten Jahren. Blüht in manchen Jahren im September zum zweiten Male.

670. *Gypsophila altissima* L.

B_0 = 28. Mai ± 2 Σt = 689°3 ± 33·5 Max. 18°8 ± 1·0 Min. 9°9 ± 0·2 8. J.
F_0 = 30. Juni ± 4 „ = 1139·3 ± 25·3 „ 23·0 ± 1·4 „ 11·9 ± 0·6 5. „

In den letzten Jahren kamen die Früchte wegen kümmerlicher Entwickelung nicht zur Reife.

671. *Gypsophila fastigata* L. *elatior.*

B_0 = 13. Juni ± 2 Σt = 890°9 ± 37·6 Max. 21°3 ± 1·1 Min. 11°4 ± 1·0 10. J.
F_0 = 20. Juli ± 2 „ = 1454·9 ± 18·0 „ 21·2 ± 0·5 „ 12·1 ± 0·4 6. „

672.* *Saponaria officinalis* L. *plena*

B_0 = 16. Juli ± 1 Σt = 1399°7 ± 8·9 Max. 21°3 ± 2·3 Min. 12°1 ± 0·7 10. J.

Gefüllte Blüthen, daher keine Früchte.

673. *Silene inflata* Smith.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 759°2 ± 24·9 Max. 21°7 ± 2·3 Min. 11°4 ± 0·7 5. J.
F_0 = 29 „ ± 3 „ = 1141·6 ± 61·2 „ 22·2 ± 1·5 „ 12·5 ± 0·8 6. „

Beobachtungen seit 1854. Ging mit dem Jahre 1859 ein.

674. *Silene nutans* L. *albiflora.*

B_0 = 17. Mai ± 1 Σt = 526°9 ± 15·9 Max. 18°6 ± 1·0 Min. 9°9 ± 0·4 5. J.
F_0 = 12. Juni ± 3 „ = 873·4 ± 23·3 „ 23·3 ± 1·1 „ 11·0 ± 1·1 5. „

Beobachtungen seit 1854. Mit dem Jahre 1858 ging die Pflanze ein.

675. *Silene Pseud-Otites* Bess.

B_0 = 31. Mai ± 1 Σt = 716°3 ± 19·4 Max. 20°8 ± 1·4 Min. 9°7 ± 0·8 8. J.
F_0 = 7. Juli ± 2 „ = 1276·9 ± 19·3 „ 22·2 ± 1·3 „ 11·1 ± 0·6 3. „

Beobachtungen seit 1854.

676. *Silene Saxifraga* L.

B_0 = 1. Juni ± 2 Σt = 733°5 ± 13·9 Max. 19°9 ± 1·2 Min. 10°3 ± 0·5 7. J.
F_0 = 25. „ ± 3 „ = 1036·1 ± 54·6 „ 21·1 ± 1·4 „ 11·5 ± 1·3 3. „

Die Früchte verkümmern nicht selten.

677. *Lychnis coronaria* Lam.

B_0 = 27. Juni ± 8 Σt = 1165°9 ± 34·0 Max. 16°7 ± 3·6 Min. 9°7 ± 1·0 2. J.

Sehr unvollständige Beobachtungen. Standort ziemlich beschattet.

678. *Lychnis Flos Jovis* Lam.

B_0 = 13. Juni ± 3 Σt = 882°9 ± 40·0 Max. 21°0 ± 1·7 Min. 11°5 ± 0·5 5. J.

Wechselte in der Zwischenzeit den Standort und ging mit dem Jahre 1859 ein. Die Fruchtreife nicht beobachtet.

679. *Lychnis Viscaria* L. *plena.*

B_0 = 18. Mai ± 1 Σt = 546°1 ± 13·5 Max. 18°1 ± 1·1 Min. 8°8 ± 0·4 10. J.
F_0 = 16. Juni ± 2 „ = 890·4 ± 33·4 „ 20·8 ± 2·3 „ 11·5 ± 1·4 5. „

Hat gefüllte Blüthen und bildet dennoch Früchte. Über die Fruchtreife fehlen in den letzten Jahren die Beobachtungen.

LXXI. Phytolaccaceae.

680.* *Phytolacca decandra* L.

B_0 = 12. Juli ± 3 Σt = 1325°3 ± 34·1 Max. 21°6 ± 1·6 Min. 12°9 ± 0·3 8. J.
F_0 = 11.Sept. ± 2 „ = 2288·1 ± 28·3 „ 17·6 ± 1·2 „ 10·1 ± 0·5 7. „

Im Jahre 1860 kamen Blüthen und Früchte nicht zur Entwickelung. Die Reife der Früchte ist angenommen, wenn die Beeren schwarz werden.

LXXII. Malvaceae.

681. *Lavatera thuringiaca* L.

B_0 = 4. Juli ± 5 Σt = 1222°2 ± 30·2 Max. 21°5 ± 0·7 Min. 11°6 ± 1·0 3. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1668·5 ± 95·5 „ 24·5 ± 3·3 „ 13·5 ± 0·8 1. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die um das Säulchen quirlig sitzenden Früchtchen entfärbt und trocken sind und die einzelnen sich leicht ablösen lassen. Beobachtungen seit 1855; mit dem Jahre 1857 eingegangen.

682. *Althaea cannabina* L.

B_0 = 27. Juli ± 2 Σt = 1535°0 ± 36·3 Max. 21°3 ± 1·2 Min. 13°0 ± 0·5 7. J.
F_0 = 23. Aug. ± 4 „ = 1991·7 ± 41·8 „ 13·4 ± 1·6 „ 10·9 ± 0·8 8. „

683. *Althaea ficifolia* Cav.

B_0 = 5. Juli ± 1 Σt = 1229°8 ± 16·8 Max. 21°5 ± 1·2 Min. 11°8 ± 0·4 6. J.
F_0 = 2. Aug. ± 5 „ = 1752·0 ± 29·6 „ 22·7 ± 0·0 „ 11·5 ± 1·4 2. „

Beobachtungen seit 1854. Blieb in manchen Jahren ohne Blüthen, öfter ohne entwickelte Früchte.

684.* *Althaea officinalis* L.

B_0 = 14. Juli ± 2 Σt = 1365°6 ± 19·5 Max. 20°6 ± 1·0 Min. 12°7 ± 0·3 10. J.
F_0 = 12. Aug. ± 3 „ = 1840·4 ± 40·5 „ 22·2 ± 1·2 „ 13·1 ± 0·3 9. „

685. *Althaea rosea* Cav.

B_0 = 4. Juli ± 2	Σt = 1187°4 ± 32·9	Max. 19°5 ± 1·2	Min. 11°8 ± 0·7	7. J.
F_0 = 31. „ ± 4	„ = 1654·3 ± 31·3	„ 23·0 ± 3·4	„ 13·6 ± 1·1	4. „

Blüht nicht in jedem Jahre.

Bei der Gattung *Althaea* ist die Fruchtreife wie bei *Lavatera* angenommen.

686.* *Malva rotundifolia* L. (2)

B_0 = 27. Mai ± 1	Σt = 612°9 ± 30·8	Max. 18°5 ± 0·2	Min. 7°5 ± 0·7	5. J.
F_0 = 19. Juli ± 2	„ = 943·3 ± 26·9	„ 22·7 ± 2·2	„ 11°7 ± 1·4	5. „

War in der Zwischenzeit eingegangen und wieder neu gepflanzt worden.

687.* *Malva silvestris* L. (2)

B_0 = 5. Juni ± 3	Σt = 801°4 ± 12·5	Max. 19°0 ± 1·1	Min. 10°1 ± 0·8	6. J.
F_0 = 7. Juli ± 5	„ = 1253·8 ± 9·0	„ 16·6 ± 1·2	„ 11·9 ± 0·3	2. „

Ging in manchen Jahren ein und musste neu gesäet werden.

Bei den Malven ist die Fruchtreife angenommen, wenn die niedergedrückte kreisrunde Kapsel in die wandspaltigen Früchtchen zerfällt, welche sich vom Säulchen lösen und entfärbt und trocken sind.

688. *Hibiscus Moscheutos* L.

B_0 = 23. Aug. ± 6	Σt = 1943°9 ± 61·8	Max. 17°7 ± 3·0	Min. 10°1 ± 2·1	4. J.

Stand in einem ausgetrockneten Bassin; als dieses wieder mit Wasser gefüllt werden sollte, wurde die Pflanze ausgegraben, daher die Beobachtungen nur bis 1855 reichen.

689. *Hibiscus syriacus* L.

B_0 = 11. Aug. ± 2	Σt = 1803°7 ± 24·6	Max. 20°6 ± 1·6	Min. 13°0 ± 0·3	5. J.

Der Standort beschattet und desshalb nur kümmerliche Entwickelung der Blüthen. Im Jahre 1857 keine mehr, im folgenden ging die Pflanze ein. Beide Arten blühen zu spät, um die Früchte zur Reife bringen zu können. Bei *H. Moscheutos* kam es nur einmal, am 2. October 1852, dazu.

LXXIII. Tiliaceae.

Bei den Linden ist die Fruchtreife angenommen, wenn die nussartigen Früchte entfärbt, trocken und hart sind. Es kommen an den beobachteten Bäumen aber nur wenige zur Entwickelung, in manchen Jahren gar keine, und fallen früher ab.

690. *Tilia argantea* L. *fructu depressa.*

B_0 = 4. Juli ± 2	Σt = 1225°6 ± 13·7	Max. 19°9 ± 1·7	Min. 11°4 ± 0·3	8. J.
F_0 = 9. Sept. ± 3	„ = 2138·9 ± 29·5	„ 19·8 ± 1·2	„ 8·6 ± 1·1	3. „

691. *Tilia grandifolia* Ehrh. *latebracteata* Host.

B_0 = 11. Juni ± 2	Σt = 871°4 ± 13·2	Max. 19°4 ± 2·0	Min. 10°8 ± 1·1	8 J.
F_0 = 29. Juli ± 2	„ = 1607·2 ± 18·8	„ 21·9 ± 2·0	„ 13·0 ± 1·0	8. „

Standort ziemlich beschattet. Im Jahre 1861 keine Blüthen wegen Spätfrösten.

692. *Tilia parvifolia* Ehrh. *ovatifolia, variegata.*

B_0 = 21. Juni ± 2	Σt = 1021°6 ± 15·7	Max. 20°9 ± 1·0	Min. 13°0 ± 0·5	10. J.
F_0 = 21. Juli ± 1	„ = 1609·0 ± 5·3	„ 23·5 ± 5·5	„ 15·2 ± 2·4	2. „

LXXIV. Hypericineae.

693.* *Hypericum perforatum* L.

B_0 = 16. Juni ± 2 Σt = 942°0 ± 24·1 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°7 ± 0·2 8. J.
F_0 = 23. Aug. ± 2 „ = 1988·3 ± 29·2 „ 17·9 ± 1·3 „ 11·8 ± 0·6 7. „

Im Jahre 1857 ohne Blüthen. Im Jahre 1856 ohne entwickelte Früchte. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der entfärbten, trockenen Kapsel angenommen.

LXXV. Humiriaceae.

694. *Tamarix gallica* L. *var. libanotica.*

B_0 = 3. Juni ± 1 Σt = 740°8 ± 12·0 Max. 17°9 ± 0·9 Min. 8°7 ± 1·1 5. J.

Blüht im August öfter zum zweiten Male als im Juni zum ersten Male in demselben Jahre. Früchte bilden sich nie. Der Standort ziemlich beschattet. Leidet nicht selten von den Spätfrösten im Frühjahre.

LXXVI. Acerineae.

695. *Acer campestre var. tauricum.*

B_0 = 30. April ± 2 Σt = 365°6 ± 10·5 Max. 13°1 ± 1·5 Min. 5°2 ± 0·4 10. J.
F_0 = 7. Sept. ± 3 „ = 2200·5 ± 44·2 „ 15·6 ± 1·1 „ 9·0 ± 1·0 9. „

Im Jahre 1861 ohne Früchte.

696. *Acer eriocarpum* Michx. ♂.

B_0 = 21. März ± 3 Σt = 125°5 ± 6·4 Max. 10°8 ± 1·5 Min. 2°5 ± 1·5 8. J.

Beobachtungen seit 1854.

697. *Acer monspessulanum* L.

B_0 = 2. April ± 3 Σt = 292°9 ± 13·1 Max. 14°9 ± 1·4 Min. 5°1 ± 1·0 7. J.
F_0 = 3. Sept. ± 6 „ = 2095·7 ± 64·7 „ 20·6 ± 1·6 „ 10·5 ± 1·3 5. „

Standort beschattet. Im Jahre 1861 wegen Spätfrösten ohne Blüthen, 1859 ohne Früchte.

698. *Acer obtusatum* Kitaib. *var. neapolitanum.*

B_0 = 10. April ± 3 Σt = 232°6 ± 10·0 Max. 10°8 ± 1·1 Min. 4°8 ± 1·1 8. J.
F_0 = 20. Aug. ± 3 „ = 1856·4 ± 75·2 „ 18·3 ± 1·0 „ 11·6 ± 0·8 2. „

Im Jahre 1858 beinahe eingegangen. Die Früchte kommen an dem beobachteten Individuum selten zur Entwickelung, wohl aber an einem benachbarten kräftigen Baume.

699. *Acer platanoides* L.

B_0 = 14. April ± 3 Σt = 246°7 ± 9·5 Max. 13°5 ± 1·5 Min. 4°8 ± 1·0 10. J.
F_0 = 20. Sept. ± 4 „ = 2469·1 ± 127·6 „ 18·8 ± 0·3 „ 10·7 ± 0 0 3. „

Die Früchte fallen gewöhnlich vor der Reife ab.

700. *Acer Pseudoplatanus* L. *variegatum.*

B_0 = 1. Mai ± 3 Σt = 373°3 ± 24·7 Max. 18°0 ± 0·3 Min. 6°4 ± 0·7 9. J.
F_0 = 9. Sept. ± 5 „ = 2192·4 ± 105·0 „ 19·5 ± 1·4 „ 9·5 ± 0·3 3.

Die Früchte fallen ebenfalls gewöhnlich vor der Reife ab.

701. *Acer sanguineum* Spach.

B_0 = 2. April ± 3 Σt = 176°1 ± 7·5 Max. 13°1 ± 0·9 Min. 5°2 ± 0·9 9. J.

Über Fruchtreife keine Beobachtungen.

702. *Acer saccharinum* L.

Blüht nie, obgleich ein erwachsener Baum, daher nur Beobachtungen über Belaubung und Entlaubung.

703. *Acer striatum* L.

B_0 = 1. Mai ± 2 Σt = 374°5 ± 14·1 Max. 14°0 ± 1·5 Min. 5°1 ± 0·8 10. J.

Ein alter Baum, an welchem alljährlich einer oder der andere Ast abstirbt. Die Früchte fallen immer vor der Reife ab.

704. *Acer tataricum* L.

B_0 = 12. Mai ± 2 Σt = 478°6 ± 12·5 Max. 16°4 ± 1·7 Min. 7°8 ± 0·8 10. J.
F_0 = 13. Aug. ± 3 „ = 1827·7 ± 27·3 „ 23·4 ± 0·5 „ 12·5 ± 0·6 10. „

Bei den Ahorn-Arten ist die Fruchtreife angenommen, wenn die harte und entfärbte Spaltfrucht in die beiden geflügelten Theilfrüchtchen getrennt ist und diese abzufallen beginnen.

705. *Negundo fraxinifolium* Nuit ♂.

B_0 = 11. April ± 8 Σt = 228°4 ± 6·9 Max. 12°9 ± 1·4 Min. 3°9 ± 0·7 10. J.

LXXVII. Sapindaceae.

706. *Kölreuteria paniculata* L.

B_0 = 24. Juni ± 2 Σt = 1061°8 ± 31·9 Max. 18°6 ± 1·1 Min. 10°8 ± 0·6 10. J.
F_0 = 27. Aug. ± 3 „ = 2062·2 ± 31·3 „ 20·0 ± 1·4 „ 11·5 ± 1·2 9. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die die Beere einschliessende aufgeblasene Hülle sich entfärbt und vertrocknet, während die Beere schwarz wird.

707. *Aesulus flava* Ait.

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 460°3 ± 10·1 Max. 16°6 ± 1·3 Min. 7°1 ± 0·6 10. J.

Zur Fruchtreife kommt es nie.

708. *Aesculus Hippocastanum* L.

B_0 = 5. Mai ± 8 Σt = 409°7 ± 23·1 Max. 15°3 ± 1·8 Min. 7°1 ± 0·8 10. J.
F_0 = 13. Sept. ± 1 „ = 2267°8 ± 46·1 „ 15°5 ± 1·4 „ 8°7 ± 0·4 8. „

Die Fruchreife angenommen, wenn die Kapsel aufspringt; sie ist aber dann noch grün.

709. *Aesculus macrostachys* Michx.

B_0 = 10. Juli ± 1 Σt = 1300°9 ± 17·2 Max. 19°8 ± 2·4 Min. 11°6 ± 0·4 9. J.
F_0 = 11. Sept. ± 4 „ = 2219·2 ± 12·9 „ 22·1 ± 2·6 „ 9·7 ± 1·7 3. „

Die Früchte fallen gewöhnlich ab, bevor sie reifen. Der Standort ist ziemlich beschattet.

710. *Aesculus Pavia* L.

B_0 = 9. Mai ± 3 Σt = 448°5 ± 19·5 Max. 16°2 ± 1·3 Min. 6°5 ± 0·5 9. J.

Die Früchte kommen nur selten zur Ausbildung. Der Standort ist ziemlich beschattet. Am 19. Juni 1860 blühte ein anderer Baum zum zweiten Male; es entwickelte sich aber nur ein einzelner Blüthenstrauss.

LXXVIII. Staphyleaceae.

711. *Stapylea pinnata* L.

B_0 = 7. Mai ± 3 Σt = 428°7 ± 10·1 Max. 15°9 ± 1·4 Min. 6°5 ± 0·6 7. J.

Über die Fruchtreife liegen keine vollständigen Beobachtungen vor. Der Standort ist beschattet.

LXXIX. Celastrineae.

712. *Evonymus europaeus* L.

B_0 = 23. Mai ± 2 Σt = 601°3 ± 21·4 Max. 19°7 ± 0·4 Min. 11°1 ± 0·2 10. J.

Der Standort ist beschattet. Früchte entwickeln sich keine.

713. *Evonymus latifolius* L.

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 466°2 ± 10·2 Max. 17°7 ± 1·0 Min. 7°6 ± 0·3 10. J.
F_0 = 15. Aug. ± 3 „ = 1864·6 ± 53·5 „ 22·0 ± 1·2 „ 13·1 ± 0·5 9. „

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der karminrothen Kapseln angenommen.

714. *Celastrus scandens* L.

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 634°3 ± 18 3 Max. 19°5 ± 0·9 Min. 8°9 ± 0·5 8. J.
F_0 = 11. Aug. ± 3 „ = 1791·9 ± 28·1 „ 20·9 ± 1·0 „ 12·8 ± 0·5 5. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Beeren sich orangegelb färben. In den letzten Jahren gewöhnlich ohne Früchte. Steht an den Traillagen einer westseitigen Mauer.

LXXX. Rhamneae.

715. *Paliurus aculeatus* Lam.

B_0 = 7. Juni ± 2 Σt = 832°1 ± 18·5 Max. 21°0 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·2 7. J.

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1858 ohne Blüthen. Die Früchte kommen fast in keinem Jahre zur Ausbildung.

716. *Rhamnus cathartica* L.

Steht im Schatten und blühte nur einmal, nämlich am 2. Juli 1852, daher nur die Belaubung und Entlaubung beobachtet werden konnte. Ging mit dem Jahre 1857 ein.

717. *Rhamnus Frangula* L.

B_0 = 20. Mai ± 2 Σt = 558°6 ± 18·6 Max. 18°6 ± 0·2 Min. 10°7 ± 0·3 6. J.
F_0 = 7. Juli ± 3 „ = 1243·4 ± 78·6 „ 19·3 ± 1·1 „ 11·0 ± 0·1 3. „

Die Fruchtreife ist mit der rothen Färbung der Beeren angenommen, hätte aber angesetzt werden sollen, wenn sie schwarz werden. Sie fielen aber immer früher ab; ich habe wenigstens nie schwarze Beeren gesehen. Überhaupt kamen wenige zur Ausbildung, daher die Temperatur-Constanten unsicher sind. Mit dem Jahre 1857 ging der Strauch ein.

718. *Ceanotus americanus* L.

B_0 = 30. Juni ± 2 Σt = 1195°5 ± 60.5 Max. 21°1 ± 0·7 Min. 12°0 ± 0·7 5. J.

Blühte in manchen Jahren im September oder October zum zweiten Male; die Früchte entwickelten sich nie. Mit dem Jahre 1860 ging der Strauch ein und endeten daher die 1854 beginnenden Beobachtungen.

LXXXI. Ephorbiaceae.

719. *Ephorbia Cyparissias* L.

B_0 10. April ± 3 Σt = 226°2 ± 9·5 Max. 14°5 ± 1·0 Min. 4°1 ± 0·7 10. J.
F_0 4. Juni ± 3 „ = 773·7 ± 51·1 „ 22·3 ± 1·0 „ 11·1 ± 0·5 7. „

720. *Euphorbia Esula* L.

B_0 = 5. Mai ± 4 Σt = 430°2 ± 15·8 Max. 18°0 ± 0·8 Min. 5°6 ± 1·1 3. J.

Blühte nur jedes zweite Jahr und ging mit dem Jahre 1859 ein. Beobachtungen seit 1855, keine über die Fruchtreife.

721.* *Ephorbia Lathyris* L. ②

Über die Blüthe fehlend.

F_0 = 27. Juli ± 6 Σt = 1541°7 ± 92·3 Max. 22°8 ± 1·4 Min. 12°7 ± 0·2 5. J.

In manchen Jahren einjährig, daher ohne Blüthen und Früchte.

722. *Ephorbia pilosa* L. *var. tuberculata.*

B_0 = 2. Mai ± 4 Σt = 368°7 ± 20·4 Max. 15°7 ± 2·3 Min. 5°9 ± 2·1 5. J.
F_0 = 16. Juni ± 2 „ = 953·2 ± 25·2 „ 21·1 ± 1·5 „ 11·5 ± 0·8 9. „

Über die Blüthe fehlen in den letzten Jahren die Beobachtungen.

Bei den Wolfsmilch-Arten ist die Blüthe mit dem Öffnen der Hüllchen angenommen, die Fruchtreife mit dem Zerfallen der Spaltfrucht in die Theilfrüchtchen, wozu es jedoch bei den beobachteten Arten, vielleicht *E. Lathyris* ausgenommen, selten kommt, indem die Früchte gewöhnlich unvollkommen entwickelt, früher abfallen, als sie reif sind.

723. *Mercurialis perennis* L.

B_0 = 26. April ± 3 Σt = 208°9 ± 13·1 Max. 12°6 ± 1·6 Min. 4°9 ± 0·7 9. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet. Im Jahre 1856 keine Blüthen in Folge von Spätfrösten.

724. *Buxus sempervirens* L.

B_0 = 16. April ± 2 Σt = 268°9 ± 8·6 Max. 14°8 ± 1·6 Min. 4°5 ± 1·0 9. J.

Im Jahre 1857 ohne Blüthen. Früchte setzen sich nie an.

LXXXII. Juglandeae.

725. *Juglans cinerea* L.

B_0 = 5. Mai ± 3 Σt = 418°2 ± 10·4 Max. 16°8 ± 1·8 Min. 5°4 ± 0·6 7. J.

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1861 erfroren die Blüthen vor der Entwickelung. Der Baum trägt nie Früchte.

726. *Juglans nigra* L.

B_0 = 15. Mai ± 1 Σt = 503°9 ± 25·5 Max. 19°6 ± 0·5 Min. 8°3 ± 1·2 5. J.

Beobachtungen seit 1854, mit dem Jahre 1858 endend. Die Früchte scheinen nicht reif zu werden; man bemerkt wenigstens nicht, dass das grüne Fruchtfleisch wie bei *J. regia* von der Steinfrucht sich ablöst, sondern die ganzen Früchte fallen ab, wenn der Baum entlaubt ist und ein starker Wind sich einstellt.

727. *Juglans regia* L. *var. maxima.*

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 480°3 ± 10·0 Max. 16°9 ± 1·2 Min. 7°7 ± 0·6 9. J.
F_0 = 12. Sept. ± 2 „ = 2268·1 ± 36·7 „ 17·2 ± 1·0 „ 8·2 ± 1·1 7. „

Im Jahre 1861 erfroren die Blüthen vor der Entwickelung. Das angenommene Zeichen der Fruchtreife ist bei der vorigen Art angegeben.

728. *Juglans regia* L. *var. serotina.*

B_0 = 10. Juni ± 2 Σt = 828°9 ± 24·4 Max. 17°9 ± 2·5 Min. 10°2 ± 1·3 4. J.

Beobachtungen seit 1857. Ein merkwürdiges Beispiel, wie gross der Einfluss, den die Varietät äussert. Ein Wallnussbaum, der um vier Wochen später als ein anderer blüht! Die Fruchtreife, wenn sie ja stattfindet, nicht beobachtet.

Bei den Wallnuss-Arten ist die Blüthe angenommen, wenn die Antheren der männlichen Kätzchen schwarz werden.

LXXXIII. Anacardiaceae.

729. *Rhus Cotinus* L.

B_0 = 22. Mai ± 3 Σt = 593°8 ± 25·9 Max. 18°5 ± 1·3 Min. 10°2 ± 0·3 9. J.
F_0 = 6. Juli ± 6 „ = 1270·6 ± 34·4 „ 21·8 ± 2·1 „ 12·4 ± 0·3 3. „

Die Reife angenommen, wenn die Steinfrucht trocken ist. Bei dem beobachteten Strauche, dessen Standort beschattet ist, fällt sie aber gewöhnlich früher ab. Blüht im Juli beinahe in jedem Jahre zum zweiten Male. Einmal (1854) war dies erst im September der Fall.

730. *Rhus typhina* L.

B_0 = 12. Juni ± 2 Σt = 875°1 ± 25·7 Max. 21°9 ± 1·1 Min. 11°4 ± 0·2 10. J.

Setzt nur sehr selten Früchte an.

LXXXIV. Zanthoxyleae.

731. *Ptelea trifoliata* L.

B_0 = 9. Juni ± 1 Σt = 845°4 ± 17·4 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 10°8 ± 0·7 9. J.
F_0 = 21. Aug. ± 7 „ = 1979·0 ± 68·8 „ 23·2 ± 0·6 „ 12·0 ± 0·5 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Früchte entfärbt und trocken sind.

732. *Ailanthus glandulosa* Desf.

B_0 = 17. Juni ± 3 Σt = 956°6 ± 40·7 Max. 19°6 ± 1·6 Min. 10°7 ± 1·1 7. J.
F_0 = 12. Sept. ± 4 „ = 2255·2 ± 36·9 „ 17·3 ± 0·4 „ 9·1 ± 1·0 7. „

Die Fruchtreife wie bei 731 bestimmt.

LXXXV. Diosmeae.

733. *Dictamnus Fraxinella* Pers.

B_0 = 26. Mai ± 1 Σt = 640°5 ± 19·4 Max. 19°3 ± 1·1 Min. 9°3 ± 0·8 10. J.
F_0 = 19. Juli ± 3 „ = 1448·6 ± 31·6 „ 21·3 ± 1·0 „ 12·2 ± 0·6 10. „

Die Reife ist angenommen, wenn die trockene und entfärbte Frucht aufspringt.

LXXXVI. Rutaceae.

734.* *Ruta graveolens* L.

B_0 = 4. Juni ± 1 Σt = 765°1 ± 20·9 Max. 19°5 ± 0·8 Min. 10°7 ± 0·6 10. J.
F_0 = 21. Aug. ± 3 „ = 1954·5 ± 35·7 „ 20·1 ± 1·9 „ 12·7 ± 0·6 7. „

Im Jahre 1859 ohne Früchte. Die Reife wie bei 733 bestimmt.

LXXXVII. Zygophylleae.

735. *Zygophyllum Fabago* L.

B_0 = 4. Juli ± 6 Σt = 1221°0 ± 61·5 Max. 21°6 ± 1·2 Min. 13°1 ± 0·8 10. J.

Die Blüthezeit unbeständig. Früchte bilden sich nie.

LXXXVIII. Geraniaceae.

736. *Geranium pratense* L.

B_0 = 8. Juni ± 4 Σt = 845°0 ± 58·5 Max. 21°9 ± 1·9 Min. 12°1 ± 0·7 5. J.
F_0 = 10. Juli ± 3 „ = 1289·6 ± 63·2 „ 19·9 ± 1·4 „ 10·7 ± 0·3 4. „

Standort beschattet. In manchen Jahren ohne Blüthen. Mit dem Jahre 1858 eingegangen. In der Zwischenzeit an einen andern Standort verpflanzt.

737. *Geranium pyrenaicum* L.

B_0 = 25. Mai ± 3 Σt = 622°5 ± 76·2 Max. 18°7 ± 1·1 Min. 9°3 ± 1·0 2. J.

Beobachtungen seit 1854 nur bis 1855; dann ging die Pflanze ein. Über die Fruchtreife sind die Beobachtungen unsicher.

738.* *Geranium sanguineum* L.

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 559°2 ± 17·9 Max. 19°0 ± 0.3 Min. 9°9 ± 0·3 10. J.
F_0 = 4. Juli ± 4 „ = 1210·3 ± 14·2 „ 19·1 ± 1·0 „ 10·9 ± 0·2 10. „

Blüht in den meisten Jahren im August oder September zum zweiten Male.

Bei den Arten des Storchschnabel ist die Reife angenommen, wenn die an die Fruchtsäule angeklebten erhärteten Griffel, welche gleichsam als die Träger der Theilfrüchtchen dann erscheinen, abspringen.

LXXXIX. Lineae.

739. *Linum austriacum* L.

B_0 = 5. Mai ± 2 Σt = 427°4 ± 17·1 Max. 15°4 ± 1·4 Min. 5°9 ± 1·1 8. J.
F_0 = 28. Juni ± 3 „ = 1134·0 ± 26·6 „ 19·4 ± 1·8 „ 11·5 ± 0·9 8. „

Beobachtungen seit 1854. Scheint in manchen Jahren im September zum zweiten Male zu blühen.

740. *Linum glandulosum* Mönch. *var. flavum.*

B_0 = 8. Juni ± 2 Σt = 831°3 ± 35·1 Max. 22°7 ± 1·1 Min. 11°8 ± 0·3 7. J.
F_0 = 28. Juli ± 4 „ = 1619·2 ± 58·0 „ 22·5 ± 1·6 „ 13·6 ± 0·7 6. „

Beobachtungen seit 1855.

741.* *Linum usitatissimum* L. ☉ S = 29. April ± 4.

B_0 = 22. Juni ± 3 Σt = 688°8 ± 22·5 Max. 21°2 ± 1·8 Min. 12°5 ± 0·9 4—6. J.
F_0 = 24. Juli ± 1 „ = 1179·2 ± 11·2 „ 22·3 ± 2·1 „ 13·2 ± 1·0 4—6. „

Bei den Flachsarten ist die Fruchtreife angenommen, wenn sich in der trockenen und entfärbten Kapsel die Wände spalten.

XC. Oxalideae.

742.* *Oxalis Acetosella* L.

B_0 = 8. Apr. ± 4 Σt = 248°6 ± 5·9 Max. 13°8 ± 0·2 Min. 4°2 ± 1·4 5. J.

Beobachtungen seit 1854. Kam nur kümmerlich fort und musste fast in jedem Jahre durch neue Anpflanzungen aus dem Freien unterhalten werden. Die Früchte kamen nie zur Entwickelung.

743. *Oxalis stricta* L.

B_0 = 25. Mai ± 4 Σt = 602°5 ± 51·2 Max. 19°7 ± 1·1 Min. 10°3 ± 0·5 7. J.

Die Früchte kommen fast nie zur Ausbildung und bleiben taub. Der Standort ist ziemlich beschattet.

XCI. Philadelpheae.

744. *Philadelphus coronarius* L.

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 700°3 ± 9·7 Max. 19°2 ± 1·2 Min. 10°2 ± 0·5 8. J.
F_0 = 16. Aug. ± 7 „ = 1892·8 ± 71·3 „ 21·2 ± 0·9 „ 11·8 ± 0·5 6. „

Standort beschattet. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der harten und entfärbten Kapsel angenommen. Es kommt aber selten dazu, indem die Früchte gewöhnlich verkümmern.

XCII. Oenothereae.

745. *Oenothera biennis* L.

B_0 = 15. Juni ± 2 Σt = 918°1 ± 17·0 Max. 21°2 ± 1·1 Min. 11°2 ± 0·2 10. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1671·0 ± 22·0 „ 24·1 ± 0·9 „ 13·2 ± 0·8 10. „

746. *Oenothera pumila* L.

B_0 = 12. Juni ± 6 Σt = 858°5 ± 94·4 Max. 22°7 ± 0·0 Min. 13°1 ± 0·7 2. J.
F_0 = 10. Juli ± 1 „ = 1280·0 ± 34·9 „ 20·5 ± 2·7 „ 11·0 ± 1·2 2. „

Beobachtungen von den Jahren 1854 und 1855. Dann ging die Pflanze ein. Bei dieser Gattung ist die Samenreife angenommen, wenn die pyramidenförmig vierkantige Kapsel hart und entfärbt ist und sich fachspaltig öffnet.

747. *Epilobium angustifolium* L.

B_0 = 29. Juni ± 7 Σt = 1113°6 ± 39·0 Max. 21°3 ± 1·0 Min. 12°2 ± 1·5 2. J.

Kam nur in manchen Jahren zur Blüthe und ging mit dem Jahre 1856 ein. Die Früchte entwickelten sich noch seltener.

748. *Epilobium hirsutum* L.

B_0 = 5. Juli ± 1 Σt = 1217°6 ± 24·9 Max. 21°3 ± 1·1 Min. 11°9 ± 0·5 9. J.
F_0 = 8. Aug. ± 8 „ = 1766·3 ± 35·9 „ 24·6 ± 0·9 „ 14·2 ± 0·1 9. „

Standort beschattet, am Rande eines Bassins. Die Fruchtreife angenommen, wenn die schotenförmige Kapsel trocken und entfärbt ist und sich fachspaltig zu öffnen beginnt.

XCIII. Lythrarieae.

749.* *Lythrum Salicaria* L.

B_0 = 19. Juni ± 2 Σt = 984°5 ± 19·7 Max. 20°5 ± 1·1 Min. 11°0 ± 0·2 10. J.
F_0 = 3. Aug. ± 4 „ = 1685·8 ± 48·4 „ 22·6 ± 1·2 „ 13·4 ± 0·5 10. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der trockenen und harten Kapsel angenommen.

750. *Lythrum virgatum* L.

B_0 = 16. Juli ± 1 Σt = 1344°3 ± 2·5 Max. 24°1 ± 1·0 Min. 12°7 ± 0·1 2. J.

Standort beschattet. Seit dem Jahre 1855 nicht mehr blühend. Schon früher keine Früchte.

XCIV. Pomaceae.

751. *Cydonia chinensis* Thuin.

B_0 = 13. Mai ± 3 Σt = 492°2 ± 16·2 Max. 17°6 ± 1·5 Min. 7°2 ± 1·0 5. J.

Blüht nur in manchen Jahren und trägt keine Früchte. Im Jahre 1856 in Folge von Spätfrösten dem Eingehen nahe. Standort ziemlich beschattet.

752. *Cydonia japonica* Pers.

B_0 = 14. April ± 3 Σt = 268°1 ± 10·9 Max. 12°8 ± 1·5 Min. 2°8 ± 1·0 10. J.

Standort ziemlich beschattet. Trägt nie Früchte. Die ersten Blüthen sind entweder ohne oder mit verkümmerter Blumenkrone. Die Blüthe ist daher angenommen worden, wenn die Staubbeutel entwickelt sind.

753. *Cydonia vulgaris* Pers..

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 481°9 ± 9·3 Max. 16°2 ± 2·1 Min. 7°3 ± 0·8 10. J.
F_0 = 13. Sept. ± 3 „ = 2269·8 ± 43·8 „ 16·2 ± 0·4 „ 9·4 ± 0·7 8. „

Standort ziemlich beschattet. Die Reife angenommen, wenn die Früchte gelb werden, freilich kein Merkmal, welches eine genaue Bestimmung zulässt. Die Ernte folgte gewöhnlich in wenigen Tagen.

754. *Pyrus americana* Spr.

B_0 = 19. Mai ± 4 Σt = 571°6 ± 12·2 Max. 19°1 ± 0·5 Min. 9°9 ± 0·7 2. J.
F_0 = 17. Sept. ± 6 „ = 1443·7 ± 37·9 „ 17·1 ± 1·5 „ 8·7 ± 0·4 2. „

Beobachtungen seit 1854. Mit dem Jahre 1856 ging der Baum ein. Die Reife mit der scharlachrothen Färbung der Früchte angenommen.

755. *Pyrus Aria* Ehrh. *var. oblonga.*

B_0 = 11. Mai ± 3 Σt = 463°1 ± 8·4 Max. 17°2 ± 1·0 Min. 8°0 ± 0·1 6. J.
F_0 = 25. Aug. ± 0·0 „ = 1934·2 ± 22·2 „ 20·0 ± 0·3 „ 9·9 ± 1·3 2. „

Blüht in manchen Jahren nicht, häufiger kommen die Früchte nicht zur Ausbildung. Fruchtreife wie bei 754 bestimmt.

756. *Pyrus baccata* L.

Kam nie zur Blüthe und ging mit dem Jahre 1856 ein. Der Standort ziemlich beschattet.

757. *Pyrus Chamaemespilus* Lindl.

B_0 = 7. Mai ± 1 Σt = 420°3 ± 1·8 Max. 11°0 ± 0·5 Min. 5°5 ± 0·5 2. J.
F_0 = 16. Juli ± 2 „ = 1360·6 ± 17·1 „ 26·9 ± 1·1 „ 14·7 ± 0·4 3. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Früchte sich scharlachroth färben. Die Blüthen verkümmern gewöhnlich. Im Jahre 1856 war der Strauch in Folge von Spätfrösten dem Eingehen nahe.

758. *Pyrus communis* L. *var. sanguinea.*

B_0 = 28. April ± 2 Σt = 336°2 ± 8·1 Max. 15°9 ± 1·0 Min. 5°5 ± 0·9 7. J.

In letzter Zeit nicht mehr in jedem Jahre blühend. Setzt nur in manchen Jahren Früchte an, welche selten bis zur Reife am Baume bleiben.

759. *Pyrus lanuginosa* D. C.

B_0 = 5. Mai ± 2 Σt = 410°9 ± 8·4 Max. 13°9 ± 1·3 Min. 5°4 ± 0·5 8. J.
F_0 = 6. Juli ± 3 „ = 1248·7 ± 27·8 „ 20·8 ± 1·3 „ 11·8 ± 0·4 8. „

Die Fruchtreife wie bei *P. americana* bestimmt, mit welcher diese Art nahe verwandt ist.

760. *Pyrus nivalis* L.

B_0 = 2. Mai ± 3 Σt = 395°0 ± 12·6 Max. 15°1 ± 1·2 Min. 4°1 ± 1·0 5. J.

Blüht nicht in jedem Jahre und trägt nie Früchte. Beobachtungen seit 1854.

761. *Pyrus Malus* L. *var. acerba.*

B_0 = 20. Mai ± 1 Σt = 535°9 ± 23·9 Max. 15°2 ± 1·4 Min. 7°3 ± 1·2 4. J.

Mit dem Jahre 1857 eingegangen. Trug keine Früchte. Der Standort beschattet.

762. *Pyrus prunifolia* Willd. *xanthocarpa minor.*

B_0 = 26. April ± 2 Σt = 343°8 ± 7·3 Max. 12°9 ± 1·5 Min. 4°2 ± 0·5 9. J.
F_0 = 27. Juli ± 4 „ = 1538·8 ± 52·1 „ 20·2 ± 1·3 „ 12·1 ± 0·8 6. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Früchte sich auf der Schattenseite gelb, auf der Sonnenseite roth färben. Die in den papierartig-knorpeligen Fächern eingeschlossenen Samen werden dann gewöhnlich schwarz.

763. *Pyrus Sorbus* Gärt. *var. pyriformis.*

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 491°9 ± 9·6 Max. 17°2 ± 1·3 Min. 7°6 ± 0·7 10. J.

Trägt selten Früchte.

764. *Pyrus torminalis* Ehrh.

B_0 = 13. Mai ± 2 Σt = 489°1 ± 13·0 Max. 16°0 ± 2·0 Min. 7°0 ± 1·1 4. J.
F_0 = 7. Aug. ± 4 „ = 1758·0 ± 18·0 „ 20·6 ± 5·6 „ 11·6 ± 0·1 2. „

Beobachtungen seit 1854. Ging mit dem Jahre 1857 ein. Die Reife ist angenommen, wenn die Früchte braun werden; teigig werden sie viel später.

765. *Mespilus germanica* L.

B_0 = 20. Mai ± 2 Σt = 579°0 ± 12·8 Max. 19°5 ± 1·3 Min. 9°6 ± 1·0 8. J.
F_0 = 26. Sept. ± 11 „ = 2418·3 ± 76·4 „ 15·6 ± 2·8 „ 7·8 ± 1·7 5. „

Trägt nur in manchen Jahren Früchte, deren Reife angenommen ist, wenn sie braun werden.

766. *Amelanchier canadensis* F. et A. Gr. *subcordata.*

B_0 = 18. April ± 7 Σt = 335°3 ± 16·0 Max. 14°0 ± 0·3 Min. 4°8 ± 1·1 3. J.

Beobachtungen seit 1859, über die Fruchtreife fehlend. Standort beschattet.

767. *Cotoneaster vulgaris* Lindl.

B_0 = 22. April ± 2 Σt = 312°9 ± 7·4 Max. 12°4 ± 1·3 Min. 5°3 ± 1·0 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1090·1 ± 28·0 „ 22·8 ± 0·8 „ 12·0 ± 0·6 9. „

Die Fruchtreife mit der blutrothen Färbung der Steinkapsel angenommen.

768. *Crataegus monogyna* Jacq.

B_0 = 11. Mai ± 2 Σt = 464°3 ± 11·7 Max. 16°7 ± 1·2 Min. 7°9 ± 0·5 10. J.
F_0 = 12. Aug. ± 2 „ = 1842·4 ± 37·4 „ 21·1 ± 1·1 „ 12·6 ± 1·1 8. „

769. *Crataegus Oxyacantha* L. *splendens, rosea, plena.*

B_0 = 15. Mai ± 2 Σt = 512°3 ± 11·0 Max. 17°4 ± 1·0 Min. 8°4 ± 0·6 10. J.
F_0 = 19. Aug. ± 1 „ = 1933·3 ± 53·7 „ 20·0 ± 1·8 „ 12·5 ± 0·2 8. „

Die Fruchtreife an einem andern nahestehenden Strauche beobachtet; sie ist bei dieser wie bei der vorigen Art angenommen, wenn die Früchte sich schmutzig-scharlachroth färben.

770. *Crataegus sanguinea* Pallas.

B_0 = 10. Mai ± 4 Σt = 475°9 ± 15·2 Max. 16°7 ± 1·6 Min. 6°4 ± 0·7 8. J.
F_0 = 27. Juli ± 2 „ = 1603·1 ± 49·8 „ 21·0 ± 2·6 „ 11·9 ± 1·0 5. „

Beobachtungen seit 1854. Die Früchte verkümmern in manchen Jahren und fallen vor der Reife ab. Der Standort ist ziemlich beschattet.

771. *Crataegus virginica* Michx.

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 532°7 ± 20·2 Max. 16°8 ± 1·0 Min. 8°7 ± 0·9 8. J.
F_0 = 12. Aug. ± 2 „ = 1840·3 ± 67·9 „ 20·1 ± 1·2 „ 13·1 ± 0·3 7. „

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1861 ohne Früchte.

XCV. Rosaceae.

772. *Rosa alba* L.

B_0 = 9. Juni ± 1 Σt = 855°8 ± 20·0 Max. 21°1 ± 1·7 Min. 10°9 ± 0·9 6. J.

Standort beschattet. Entwickelt nicht in jedem Jahre Blüthen und nie Früchte. *(R. canina* L. *c. plena.)*

773. *Rosa alpina* L. (*R. canina* L. *var. plena.*)

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 547°2 ± 14·2 Max. 18°7 ± 0·7 Min. 9°0 ± 0·3 10. J.
F_0 = 24. Juli ± 2 „ = 1500·7 ± 31·2 „ 21·8 ± 0·4 „ 12·6 ± 0·4 6. „

In den letzten Jahren gewöhnlich ohne Früchte. Die Reife angenommen, wenn sie sich dunkelroth färben. Standort beschattet.

774. *Rosa canina* L.

B_0 = 3. Juni ± 2 Σt = 753°9 ± 16·5 Max. 20°2 ± 1·1 Min. 10°7 ± 1·0 9. J.
F_0 = 20. Aug. ± 2 „ = 1947·0 ± 35·9 „ 19·9 ± 1·4 „ 12·5 ± 0·3 9. „

Die Reife ist angenommen, wenn die Früchte sich scharlachroth färben.

775. *Rosa centifolia* L.

Den beliebten Centifolien wird zur Entwickelung nicht die Zeit gegönnt.

776. *Rosa damascena* L.

B_0 = 10. Juni ± 2 Σt = 877°7 ± 22·0 Max. 22°5 ± 1·0 Min. 11°7 ± 1·0 6. J.

Auch bei dieser Art kommen die Blumen nicht selten statt am Strauche in Bouqueten zur Entwickelung. Die Fruchtreife konnte daher nicht beobachtet werden.

777. *Rosa eglanteria* L.

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 648°3 ± 7·7 Max. 18°9 ± 1·2 Min. 9°6 ± 1·0 10. J.
F_0 = 22. Juli ± 3 „ = 1499·1 ± 39·3 „ 22·0 ± 3·1 „ 14·4 ± 1·0 2. „

Standort beschattet. Die Früchte kommen selten zur Ausbildung.

778. *Rosa gallica* L.

B_0 = 15. Juni ± 2 Σt = 874°1 ± 25·1 Max. 22°3 ± 2·6 Min. 13°4 ± 1·7 3. J.

Standort beschattet. Aus den bei 775 und 776 angeführten Gründen bleiben die Blüthen bis zur Entwickelung selten am Strauche, der überdies in letzter Zeit dem Eingehen nahe war.

779. *Rubus fruticosus* L. *plenus roseus.*

B_0 = 27. Juni ± 3 Σt = 1103°1 ± 42·4 Max. 21°4 ± 1·5 Min. 11°5 ± 0·5 6. J.

Die Beobachtungen enden mit 1857.

780.* *Rubus Idaeus* L.

B_0 = 20. Mai ± 2 Σt = 562°6 ± 12·4 Max. 18°7 ± 1·1 Min. 9°8 ± 0·8 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1080·0 ± 20·6 „ 20·8 ± 1·3 „ 12·9 ± 0·4 8. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Früchte eine hell-purpurrothe Färbung annehmen.

781. *Rubus odoratus* L.

B_0 = 17. Juni ± 3 Σt = 909°8 ± 12·3 Max. 20°3 ± 3·3 Min. 11°6 ± 1·1 3. J.

Mit dem Jahre 1855 eingegangen. Die Fruchtreife nicht beobachtet.

782. *Fragaria collina* Ehrh.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 410°3 ± 22·3 Max. 16°7 ± 1·4 Min. 6°6 ± 0·7 8. J.
F_0 = 6. Juni ± 1 „ = 790·6 ± 18·9 „ 19·6 ± 1·4 „ 10·1 ± 0·5 5. „

Die Reife ist mit der rothen Färbung der Früchte angenommen. In der Zwischenzeit dem Eingehen nahe.

783.* *Frogaria vesca* L.

B_0 = 27. April ± 2 Σt = 345°3 ± 14·5 Max. 15°2 ± 1·2 Min. 4°9 ± 0·5 10. J.
F_0 = 6. Juni ± 1 „ = 787·3 ± 30·9 „ 19·7 ± 0·6 „ 9·3 ± 0·6 8. „

Fruchtreife wie bei der vorigen bestimmt. Blüht nicht selten im August oder September zum zweiten Male, und am 1. November 1855 kamen sogar Früchte zur Reife.

784. *Potentilla alba* L.

B_0 = 8. April ± 4 Σt = 218°2 ± 19·5 Max. 12°8 ± 1·0 Min. 4°6 ± 0·2 9 J.

Blüht in manchen Jahren im September oder October zum zweiten Male.

785. *Potentilla Anserina* L.

B_0 = 12. Mai ± 4 Σt = 453°6 ± 10·0 Max. 14°9 ± 0·7 Min. 7°3 ± 0·1 5. J.

Mit dem Jahre 1856 eingegangen.

786. *Potentilla argentea* L. *impolita.*

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 580°2 ± 21·2 Max. 16°9 ± 1·6 Min. 8°0 ± 1·6 5. J.

Beobachtungen seit 1857. Blühte am 12. September 1860 zum zweiten Male in demselben Jahre.

787. *Potentilla argentea* L.

B_0 = 5. Mai ± 3 Σt = 393°9 ± 14·9 Max. 16°0 ± 2·7 Min. 7°6 ± 1·0 5. J.

Beobachtungen bis 1856. Am 23. August 1852 zum zweiten Male blühend.

788. *Potentilla atrosanguinea* Don.

B_0 = 15. Juni ± 1 Σt = 896°6 ± 18·2 Max. 16°9 ± 1·5 Min. 10°8 ± 0·2 4. J.

Mit dem Jahre 1856 eingegangen.

789. *Potentilla aurea* L.

B_0 = 29. April ± 3 Σt = 346°0 ± 10·0 Max. 14°2 ± 1·2 Min. 3°5 ± 0·5 3. J.

Beobachtungen 1855 bis 1857, mit dem letzteren Jahre ging die Pflanze ein.

790. *Potentilla chrysantha* Trevir. *minor.*

B_0 = 30. April ± 2 Σt = 366°6 ± 13·2 Max. 13°1 ± 1·6 Min. 3°7 ± 0·2 10. J.

Die ersten Blüthen sind von den übrigen zuweilen durch Pausen ohne Blüthen getrennt.

791. *Potentilla fruticosa* L.

B_0 = 15. Mai ± 3 Σt = 525°4 ± 27·7 Max. 17°9 ± 1·0 Min. 8°6 ± 0·2 10. J.

Scheint in manchen Jahren im August zum zweiten Male zu blühen.

792. *Potentilla hirta* L.

B_0 = 25. Mai ± 3 Σt = 597°3 ± 37·8 Max. 18°8 ± 1·0 Min. 9°4 ± 0·8 7. J.

Beobachtungen bis zum Jahre 1858. Am 17. October 1855 zweite Blüthen.

793. *Potentilla pensylvanica* L.

B_0 = 18. Juni ± 1 Σt = 950°1 ± 13·4 Max. 19°7 ± 1·3 Min. 10°8 ± 0·6 10. J.

794. *Potentilla pulcherrima* Lehm. *minuta.*

B_0 = 2. Juni ± 1 Σt = 751°0 ± 14·3 Max. 22°1 ± 1·1 Min. 11°5 ± 0·2 7. J.

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1860 ohne Blüthen.

795.* *Potentilla reptans* L.

B_0 = 2. Juni ± 4 Σt = 746°4 ± 48·3 Max. 19°0 ± 1·0 Min. 9°7 ± 0·2 10. J.

796. *Potentilla rupestris* L.

B_0 = 9. Mai ± 2 Σt = 458°6 ± 14·9 Max. 16°3 ± 2·2 Min. 5°9 ± 0·9 7. J.

Beobachtungen seit 1855.

Die Fruchtreife der Gattung *Potentilla* bietet keine Merkmale, die eine genaue Zeitbestimmung gestatten.

797. *Agrimonia Eupatorium* L. *caffra.*

B_0 = 22. Juni ± 1 Σt = 1025°2 ± 13·7 Max. 20°1 ± 1·2 Min. 11°4 ± 0·7 10. J.
F_0 = 18. Aug. ± 3 „ = 1923·6 ± 30·3 „ 22·3 ± 1·2 „ 12·8 ± 0·5 8. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die die Früchte einschliessende Kelchröhre erhärtet und sich entfärbt.

798. *Agrimonia odorata* Mill.

B_0 = 27. Juli ± 1 Σt = 1407°4 ± 21·0 Max. 21°6 ± 0·8 Min. 13°0 ± 0·4 10. J.
F_0 = 20. Sept. ± 4 „ = 2414·4 ± 49·5 „ 16·3 ± 0·5 „ 9·3 ± 0·5 5. „

799. *Alchemilla montana* Willd.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 402°2 ± 15·5 Max. 13°9 ± 1·2 Min. 5°6 ± 1·1 10. J.

Die Fruchtreife nicht beobachtet. Blüht nicht selten in den Monaten August, September oder October zum zweiten Male.

800. *Sanguisorba officinalis* L. *auriculata.*

Eine von den wenigen Pflanzen, welche sich zur Ermittelung klimatischer Constanten als ungeeignet erwies, indem die Blüthezeit innerhalb acht Jahren zwischen dem 27. Mai und 21. August schwankt und demnach einen dreimonatlichen Spielraum hat.

801. *Poterium Sanguisorba* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 663°8 ± 26·9 Max. 20°8 ± 0·6 Min. 11°3 ± 0·2 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 2 „ = 1075·3 ± 23·1 „ 21·2 ± 1·2 „ 11·9 ± 0·5 8. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die erhärtete Kelchröhre, welche die Schalfrucht einschliesst, sich vom Fruchtboden leicht trennen lässt.

802. *Waldsteinia geoides* Willd.

B_0 = 7. April ± 3 Σt = 216°9 ± 13·7 Max. 13°8 ± 1·0 Min. 5°5 ± 0·6 6. J.

Beobachtungen seit 1856, über die Fruchtreife fehlend.

803. *Geum coccineum* Sib.

B_0 = 29. Mai ± 2 Σt = 701°2 ± 57·2 Max. 18°9 ± 2·6 Min. 9°3 ± 0·5 3. J.

Über die Fruchtreife sind die Beobachtungen unsicher. Beobachtungen von 1854 bis 1856, mit letzterem Jahre die Pflanze eingegangen.

804. *Geum rivale* L.

B_0 = 9. Mai ± 2 Σt = 386°9 ± 19·5 Max. 17°0 ± 1·0 Min. 6°7 ± 1·1 6. J.
F_0 = 20. Juni ± 3 „ = 998·9 ± 30·1 „ 18·8 ± 1·7 „ 10·4 ± 0·2 5. „

Mit dem Jahre 1858 eingegangen, ein Jahr zuvor überpflanzt.

805. *Geum silvaticum* Desrouss.

B_0 = 15. Mai ± 1 Σt = 529°2 ± 36·0 Max. 15°6 ± 1·3 Min. 7°4 ± 1·1 5. J.
F_0 = 18. Juni ± 2 „ = 971·6 ± 31·0 „ 20·6 ± 4·6 „ 11·5 ± 3·3 2. „

Beobachtungen seit 1855, mit dem Jahre 1859 eingegangen. Die Früchte kamen schon seit einigen Jahren nicht mehr zur Entwickelung.

806.* *Geum urbanum* L.

B_0 = 19. Mai ± 2 Σt = 554°4 ± 14·3 Max. 17°8 ± 0·9 Min. 9°4 ± 0·5 10. J.
F_0 = 6. Juli ± 2 „ = 1243·8 ± 11·9 „ 21·6 ± 1·0 „ 11·8 ± 0·2 10. „

Die Fruchtreife bei den Arten des Benedictenkrautes angenommen, wenn die von dem erhärteten Griffel gegrannten Schalfrüchte sich vom Fruchtboden leicht trennen lassen.

807. *Coluria geoides* R. Br.

B_0 = 17. April ± 4 Σt = 229°2 ± 6·3 Max. 13°6 ± 1·5 Min. 2°6 ± 0·5 3. J.
F_0 = 28. Mai ± 4 „ = 690·2 ± 19·1 „ 18·8 ± 2·9 „ 10·0 ± 1·4 3. „

Beobachtungen von den Jahren 1853—1856; mit letzterem Jahre ging die Pflanze ein. Die Fruchtreife wie bei der vorigen Gattung bestimmt.

808. *Kerria japonica* D. C.

F_0 = 15. Mai ± 3 Σt = 410°7 ± 18·5 Max. 15°0 ± 1·6 Min. 5°9 ± 1·0 7. J.

Der Standort ist beschattet. Setzt fast nie Früchte an. Im Jahre 1852 gelangten dieselben erst am 20. September zur Reife. Blüht im Monate August oder September fast in allen Jahren zum zweiten Male. Im Jahre 1861 ohne Blüthen und dem Eingehen nahe.

809. *Spiraea acuminata* L.

B_0 = 5. Juni ± 2 Σt = 787°5 ± 24·8 Max. 20°9 ± 0·5 Min. 10°7 ± 0·4 8. J.

Der *Spiraea Aruncus* nahe verwandt. Beobachtungen seit 1854. Der Blüthenstand vertrocknet gewöhnlich, bevor die Früchte sich entwickeln. Standort beschattet.

810. *Spiraea chamaedryfolia* L. *var. oblongifolia.*

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 389°9 ± 10·3 Max. 16°9 ± 1·0 Min. 6°5 ± 0·3 9. J.
F_0 = 20. Juni ± 5 „ = 983·7 ± 38·0 „ 16·8 ± 2·1 „ 9·0 ± 0·6 5. „

811. *Spiraea Filipendula* L.

B_0 = 4. Juni ± 1 Σt = 762°8 ± 18·1 Max. 20°3 ± 1·1 Min. 10°1 ± 0·4 10. J.
F_0 = 14. Juli ± 3 „ = 1325·2 ± 13·5 „ 20·3 ± 2·6 „ 11·6 ± 0·2 3. „

Standort beschattet.

812. *Spiraea hypericifolia* D. C.

B_0 = 9. Mai ± 2 Σt = 425°4 ± 19·1 Max. 15°6 ± 1·6 Min. 5°5 ± 1·1 6. J.
F_0 = 13. Juni ± 2 „ = 927·0 ± 27·8 „ 17·9 ± 2·0 „ 11·1 ± 1·3 5. „

Mit dem Jahre 1857 eingegangen.

813. *Spiraea hypericifolia* D. C. *var. Plukenetii.*

B_0 = 20. April ± 5 Σt = 288°4 ± 10·1 Max. 12°2 ± 1·4 Min. 3°0 ± 1·4 4. J.

Beobachtungen seit 1858. In der Blüthezeit ist der Unterschied beider Varietäten bedeutend, wesshalb die Constanten getrennt berechnet sind. In der Zeit der Fruchtreife zeigt sich nahe Übereinstimmung; desshalb sind alle Beobachtungen in ein Mittel vereint (bei 812). Standort bei beiden beschattet.

814. *Spiraea opulifolia* L.

B_0 = 26. Mai ± 2 Σt = 641°7 ± 15·4 Max. 19°2 ± 0·8 Min. 10°1 ± 0·4 10. J.
F_0 = 9. Juli ± 4 „ = 1295·8 ± 48·2 „ 22·0 ± 1·3 „ 12·3 ± 0·6 9. „

Standort beschattet. Am 6. August 1853 zweite Blüthen. Im Jahre 1858 die Früchte taub.

815. *Spiraea sorbifolia* L.

B_0 = 16. Juni ± 1 Σt = 930°5 ± 14·8 Max. 22°8 ± 0·8 Min. 12°5 ± 1·1 6. J.
F_0 = 8. Aug. ± 5 „ = 1741·7 ± 116·0 „ 23·6 ± 1·7 „ 11·8 ± 2·0 3. „

Beobachtungen seit 1855. Im Jahre 1858 ging der Strauch ein und wurde ein anderer gewählt. Standort ziemlich beschattet.

816. *Spiraea Ulmaria* L. *var. variegata.*

B_0 = 21. Juni ± 1 Σt = 1022°5 ± 13·3 Max. 21°6 ± 1·2 Min. 12°1 ± 0·5 10. J.
F_0 = 8. Aug. ± 5 „ = 1734·5 ± 64·1 „ 20·7 ± 2·1 „ 12·9 ± 1·0 4. „

Standort beschattet. Die Blüthenstände vertrocknen gewöhnlich vor der Fruchtentwickelung.

817. *Spiraea ulmifolia* Scop.

B_0 = 17. Mai ± 2 Σt = 510°5 ± 11·3 Max. 19°0 ± 0·9 Min. 8°2 ± 0·4 6. J.
F_0 = 18. Juli ± 6 „ = 970·6 ± 29·1 „ 19·4 ± 1·7 „ 10·0 ± 0·4 4. „

Mit dem Jahre 1857 eingegangen.

Bei den Spierstauden ist die Fruchtreife mit dem Aufspringen der harten und entfärbten Balgkapseln angenommen; sie kommen aber bei mehreren Arten nur selten zur Entwickelung, sondern vertrocknen früher.

XCVI. Amygdaleae.

818. *Amygdalus communis* L. *variegata.*

B_0 = 13. April ± 1 Σt = 247°4 ± 9·3 Max. 12°6 ± 1·3 Min. 3°2 ± 0·6 10. J.
F_0 = 8. Sept. ± 4 „ = 2228·4 ± 45·4 „ 17·9 ± 0·5 „ 10·3 ± 0·5 8. „

Im Jahre 1861 ohne Früchte. Die Reife derselben ist angenommen, wenn das ledrige Fleisch der Steinfrucht aufreisst und diese zu klaffen beginnt. Andere Varietäten des Mandelbaumes, z. B. *A. communis fragilis*, blühen früher, andere, wie *A. c. Pistacina*, reifen früher die Früchte.

819. *Amygdalus divaricata.*

B_0 = 2. April ± 3 Σt = 169°0 ± 6·7 Max. 12°1 ± 1·7 Min. 3°3 ± 1·3 10. J.

Trägt keine Früchte.

820. *Amygdalus nana* L.

B_0 = 20. April ± 3 Σt = 293°0 ± 7·0 Max. 13°2 ± 1·2 Min. 3°1 ± 0·7 10. J.

Trägt keine Früchte.

821. *Amygdalus persica* L. *plena rosea.*

B_0 = 24. April ± 3 Σt = 306°2 ± 8·6 Max. 14°0 ± 2·0 Min. 4°6 ± 1·3 5. J.

Mit dem Jahre 1855 eingegangen. Seit 1860 die Beobachtungen an einem andern in der Nähe stehenden Baume wieder aufgenommen.

822. *Prunus acida* Ehrh.

B_0 = 23. April ± 2 Σt = 311°3 ± 10·6 Max. 12°3 ± 0·8 Min. 4°3 ± 0·4 10. J.
F_0 = 22. Juni ± 1 „ = 1023·8 ± 17·0 „ 20·6 ± 1·2 „ 11·5 ± 0·5 10. „

Eine Varietät mit hellrothen Früchten; die Reife angenommen, wenn diese saftig wurden.

823. *Prunus americana.*

B_0 = 19. April ± 3 Σt = 280°1 ± 8·0 Max. 13°4 ± 2·1 Min. 3°2 ± 1·3 8. J.

Mit dem Jahre 1859 eingegangen. Trug keine Früchte. Der Standort beschattet.

824. *Prunus avium* L.

B_0 = 19. April ± 3 Σt = 291°0 ± 10·1 Max. 14°6 ± 1·0 Min. 4°1 ± 0·8 10. J.

Standort ziemlich beschattet, die Krone des Baumes aber besonnt. Trägt keine Früchte. Ich bemerkte einmal zufällig, dass dieser Baum an demselben Tage zur Blüthe kam, wie ein anderer im Garten des k. k. Theresianums bei etwas mehr begünstigter Exposition gegen die Sonne und ein zweiter in den Weingärten des Badnerberges bei der günstigsten Lage in Bezug auf Insolation.

825. *Prunus cerasifera* Ehrh.

B_0 = 19. April ± 2 Σt = 290°4 ± 12·0 Max. 13°2 ± 1·4 Min. 4°1 ± 0·8 9. J.
F_0 = 13. Juli ± 3 „ = 1340·8 ± 25·5 „ 22·0 ± 0·5 „ 12·0 ± 0·5 9. „

Die grünen Früchte färben sich zur Zeit der Reife zuerst gelb, dann roth, dann blauroth; im letzten Falle ist die Reife angenommen. Es sind darüber folgende Beobachtungen angestellt:

Früchte	1859	1860
gelb	3. Juli	14. Juli
roth	7. „	22. „
blauroth	12. „	23. „

826. *Prunus domestica* L. *var. Claudiana semiplena.*

F_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 374°5 ± 15·0 Max. 13°4 ± 1·6 Min. 4°8 ± 1·2 7. J.

Standort beschattet. Trägt keine Früchte.

827. *Prunus Mahaleb* L.

B_0 = 29. April ± 2 Σt = 358°5 ± 9·2 Max. 13°2 ± 1·3 Min. 4°3 ± 1·0 10. J.
F_0 = 28. Juni ± 3 „ = 1123·2 ± 24·9 „ 22·1 ± 1·2 „ 12·4 ± 0·3 10. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Früchte schwarz werden.

828. *Prunus Padus* L.

B_0 = 28. April ± 3 Σt = 349°9 ± 10·8 Max. 11°9 ± 1·5 Min. 3°8 ± 0·6 10. J.
F_0 = 23. Juni ± 2 „ = 1054·2 ± 17·8 „ 21·7 ± 0·7 „ 12·4 ± 0·2 10. „

Die Fruchtreife wie bei 827 bestimmt. Der Standort beschattet.

829. *Prunus sibirica* L.

B_0 = 8. April ± 4 Σt = 233°2 ± 8·4 Max. 15°2 ± 1·3 Min. 7°1 ± 1·2 7. J.
F_0 = 11. Juli ± 4 „ = 1330·6 ± 20·9 „ 21·1 ± 1·1 „ 10·2 ± 1·1 3. „

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1855 erfroren die Blüthen vor der Entwickelung. Die Früchte kommen nur in wenigen Jahren zur Reife, indem sie früher gewöhnlich abfallen. Der Standort ziemlich beschattet.

830. *Prunus serotina* Ehrh.

B_0 = 24. Mai ± 2 Σt = 623°5 ± 15·5 Max. 18°9 ± 0·8 Min. 9°9 ± 1·0 10. J.
F_0 = 10. Aug. ± 5 „ = 1763·0 ± 41·2 „ 17·6 ± 0·7 „ 11·2 ± 0·7 4. „

Ein im langsamen Absterben begriffener Baum, der seit 1856 keine Früchte mehr trägt. Am 20. Juli zweite Blüthen. Die Fruchtreife wie bei *P. Padus* bestimmt.

831. *Prunus spinosa* L.

B_0 = 24. April ± 2 Σt = 321°9 ± 8·2 Max. 14°7 ± 1·1 Min. 4°4 ± 0·4 10. J.
F_0 = 22. Juli ± 1 „ = 1478·8 ± 51·0 „ 20·7 ± 0·7 „ 11·9 ± 0·1 5. „

Seit 1858 ohne Früchte, deren Reife angenommen ist, wenn sie dunkelblau werden und bereift sind.

832. *Prunus virginiana* L.

B_0 = 4. Mai ± 3 Σt = 388°9 ± 5·1 Max. 17°3 ± 1·4 Min. 5°0 ± 0·4 5. J.
F_0 = 22. Juni ± 2 „ = 1147·5 ± 45·8 „ 19·2 ± 0·6 „ 11·8 ± 0·4 2. „

Beobachtungen seit 1854. Mit dem Jahre 1857 starb der Baum ab; es stellten sich jedoch wieder Wurzeltriebe ein, welche 1861 zur Blüthe gelangten. Die Fruchtreife ist wie bei *P. Padus* bestimmt. Der Standort ziemlich beschattet.

XCVII. Papilionaceae.

833. *Lupinus polyphillus* Dougl.

B_0 = 21. Mai ± 1 Σt = 580°2 ± 25·7 Max. 19°4 ± 0·7 Min. 8°8 ± 1·1 8. J.
F_0 = 2. Juli ± 2 „ = 1167·9 ± 22·4 „ 21·4 ± 1·7 „ 12·5 ± 1·0 6. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen schwarz werden.

834. *Ononis Natrix* L.

B_0 = 18. Juni ± 2	Σt = 965°5 ± 22·0	Max. 20°0 ± 2·0	Min. 11°3 ± 1·3	6. J.
F_0 = 25. Juli ± 3	„ = 1525·7 ± 32·7	„ 23·5 ± 0·9	„ 13·1 ± 0·7	4. „
F'_0 = 9. Aug. ± 4	„ = 1810·6 ± 45·0			3. „

Standort ziemlich beschattet. Die Fruchtreife ist früher angenommen, wenn die Hülsen hart und entfärbt, später, wenn sie aufgesprungen sind. Beobachtungen seit 1855.

835. *Ononis spinosa* L.

B_0 = 25. Juni ± 2	Σt = 1069°6 ± 24·5	Max. 21°2 ± 1·3	Min. 12°2 ± 0·8	10 J.
F_0 = 5. Aug. ± 3	„ = 1710·9 ± 26·2	„ 19·4 ± 1·3	„ 11·4 ± 0·3	10. „

Standort ziemlich beschattet. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen hart und trocken sind.

836. *Ulex europaeus* L.

B_0 = 17. Mai ± 1	Σt = 540°4 ± 23·7	Max. 17°4 ± 2·4	Min. 8°7 ± 1·4	3. J.
F'_0 = 6. Juli ± 0	„ = 1216·8 ± 17·6	„ 24·0 ± 3·8	„ 11·9 ± 0·1	2. „

Blüht selten im Frühjahre, da sich die Blüthen gewöhnlich schon im October und selbst schon November einstellen und nur wenige als Knospen überwintern. Die Fruchtreife ist mit der Entfärbung der harten Hülsen angenommen. Standort ziemlich beschattet.

837. *Spartium junceum* L.

B_0 = 7. Juni ± 1	Σt = 802°2 ± 24·8	Max. 20°7 ± 1·1	Min. 11°4 ± 0·5	8. J.
F_0 = 13. Aug. ± 2	„ = 1842·9 ± 36·2	„ 19·4 ± 1·1	„ 11·6 ± 1·0	7. „

Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der früher schwarz werdenden Hülsen angenommen. Im Jahre 1856 ging der Strauch durch Spätfröste fast ein und begann erst Anfang August zu blühen. Im Jahre 1861 ohne Früchte. Standort ziemlich beschattet.

838. *Genista tinctoria* L. *virgata.*

B_0 = 18. Juli ± 6	Σt = 1018°1 ± 48·8	Max. 21°9 ± 0·6	Min. 11°6 ± 0·2	4. J.

Beobachtungen seit 1855. Blüht nicht in jedem Jahre, dagegen 1853 am 20. September zum zweiten Male. Die Fruchtreife nicht beobachtet. Standort ziemlich beschattet.

839. *Cytisus alpinus* Mill. *macrostachys.*

B_0 = 28. Mai ± 2	Σt = 667°5 ± 15·9	Max. 17°6 ± 1·0	Min. 8°7 ± 0·9	9. J.
F_0 = 22. Juli ± 3	„ = 1502·9 ± 42·2	„ 22·4 ± 1·2	„ 13·7 ± 0·6	8. „

Die Reife angenommen, wenn die Hülsen hart und entfärbt sind. Zum Aufspringen kommt es viel später. Im Jahre 1860 ohne Früchte.

840. *Cytisus biflorens* Host.

B_0 = 3. Mai ± 2	Σt = 389°4 ± 13·5	Max. 16°6 ± 1·5	Min. 5°6 ± 0·8	10. J.
F_0 = 24. Juni ± 2	„ = 1070·2 ± 11·9	„ 22·6 ± 0·2	„ 13·1 ± 0·6	7. „

841. *Cytisus elongatus* M. et K.

B_0 = 29. April ± 3	Σt = 362°9 ± 10·2	Max. 12°7 ± 1·6	Min. 4°1 ± 0·6	10. J.
F_0 = 25. Juni ± 2	„ = 1087·7 ± 16·2	„ 21·2 ± 1·1	„ 11·7 ± 0·4	9. „

Bei beiden Arten ist die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen schwarz werden.

842. *Cytisus Laburnum* L.

B_0 = 14. Mai ± 2	Σt = 497°2 ± 14·3	Max. 16°7 ± 1·3	Min. 6°9 ± 0·9	10. J.
F_0 = 29. Juli ± 2	„ = 1598·0 ± 21·1	„ 23·0 ± 1·4	„ 12·7 ± 0·3	9. „

Die Fruchtreife wie bei 839 bestimmt.

843. *Cytisus nigricans* L.

B_0 = 22. Juni ± 4 Σt = 994°4 ± 28·2 Max. 18°2 ± 1·3 Min. 10°5 ± 0·4 4. J.
F_0 = 15. Aug. ± 3 „ = 1831·1 ± 24·5 „ 21·5 ± 2·6 „ 13·5 ± 0·3 4. „

Mit dem Jahre 1855 eingegangen. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen schwarz werden.

Der Standort aller Geisklee-Arten ist ziemlich beschattet. Die Früchte bleiben oft taub, daher es zweckmässiger schien, die Reife anzunehmen, wenn die Hülse sich entfärbt und trocken wird, als wenn sie aufspringt.

844. *Anthyllis montana* L.

B_0 = 17. Mai ± 1 Σt = 555°6 ± 9·7 Max. 17°0 ± 1·1 Min. 9°0 ± 0·7 7. J.
F_0 = 19. Juli ± 5 „ = 1479·5 ± 42·7 „ 22·0 ± 0·8 „ 14·3 ± 0·3 3. „

Beobachtungen seit 1854. Der Standort beschattet. Die Früchte kommen nur in manchen Jahren zur Ausbildung. Die Reife angenommen, wenn der Samen hart und gelb ist.

845.* *Medicago sativa* L.

B_0 = 8. Juni ± 1 Σt = 827°3 ± 16·1 Max. 20°6 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·6 9. J.
F_0 = 5. Aug. ± 9 „ = 1719·3 ± 41·4 „ 22·8 ± 1·1 „ 12·4 ± 0·3 10. „

Man findet in vielen Jahren noch im September und October Blüthen, welche eine zweite Blüthen-Periode anzudeuten scheinen. Die Fruchtreife ist mit der Entfärbung der harten Hülsen angenommen.

846.* *Melilotus officinalis* L. (2)

B_0 = 11. Juni ± 2 Σt = 855°6 ± 22·4 Max. 18°8 ± 1.3 Min. 10°9 ± 0·6 6. J.
F_0 = 7. Aug. ± 2 „ = 1661·4 ± 20·8 „ 20·2 ± 1·1 „ 10·7 ± 1·1 3. „

Einjährige mit zweijährigen Pflanzen abwechselnd. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen entfärbt und trocken sind; sie fallen aber nicht selten unentwickelt ab. Standort ziemlich beschattet.

847. *Trifolium alpestre* L.

B_0 = 4. Juni ± 1 Σt = 766°7 ± 16·4 Max. 21°3 ± 0·8 Min. 11°0 ± 0·3 10. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1389·9 ± 14·5 „ 21·0 ± 0·7 „ 12·2 ± 0·6 6. „

848. *Trifolium montanum* L.

B_0 = 16. Mai ± 5 Σt = 548°0 ± 23·7 Max. 17°9 ± 0·8 Min. 6°9 ± 1·0 3. J.
F_0 = 24. Juni ± 6 „ = 1100·7 ± 1·0 „ 25·5 ± 0·3 „ 15·2 ± 0·6 2. „

Beobachtungen seit 1855. Mit dem Jahre 1857 ging die Pflanze ein.

849. *Trifolium pratense* L.

B_0 = 30. Mai ± 1 Σt = 687°3 ± 11·6 Max. 19°8 ± 1·3 Min. 10°1 ± 0·6 5. J.
F_0 = 25. Juni ± 3 „ = 1075·1 ± 26·8 „ 23·3 ± 1·0 „ 13·0 ± 0·5 5. „

Beobachtungen seit 1854. Mit dem Jahre 1858 ging die Pflanze ein. Am 1. October 1855 zum zweiten Male in demselben Jahre blühend. Im Freien früher blühend, aber kaum auf Kleefeldern, sondern auf mageren Wiesen.

850. *Trifolium repens* L.

B_0 = 1. Juni ± 5 Σt = 670°1 ± 72·9 Max. 21°2 ± 0·9 Min. 9°8 ± 0·4 2. J.

Beobachtungen von den Jahren 1855 und 1857, früher noch nicht gepflanzt, später eingegangen. Über Fruchreife sind sie unvollständig.

Bei den Klee-Arten die Reife angenommen, wenn die Hülsen eines Köpfchens entfärbt und trocken sind. Stehen sämmtlich an einem ziemlich beschatteten Orte.

851. *Dorycnium herbaceum* Willd.

B_0 = 16. Juni ± 3 Σt = 957°9 ± 23·3 Max. 21°7 ± 1·4 Min. 11°4 ± 0·8 7. J.
F_0 = 27. Juli ± 4 „ = 1607·6 ± 26·4 „ 22·5 ± 2·7 „ 13·7 ± 1·4 4. „

Beobachtungen seit 1855. Die Fruchtreife angenommen, wenn die harten trockenen Hülsen abfallen.

852. *Tetragonolobus siliquosus* Roth.

B_0 = 21. Mai ± 3 Σt = 593°5 ± 31·8 Max. 19°7 ± 0·1 Min. 8°9 ± 1·0 3. J.
F_0 = 2. Juli ± 1 „ = 1153·5 ± 0·4 „ 19·2 ± 3·8 „ 10·2 ± 0·2 2. „

Beobachtungen von 1854 bis 1856, dann eingegangen. Standort beschattet.

853. *Amorpha fruticosa* L.

B_0 = 7. Juni ± 2 Σt = 805°9 ± 23·3 Max. 21°9 ± 0·8 Min. 11°4 ± 0·2 10. J.
F_0 = 16. Sept. ± 3 „ = 2305·1 ± 47·0 „ 15·8 ± 1·4 „ 9·2 ± 1·0 7. „

Von mehreren Varietäten einer Gruppe die früheste. Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen schwarz werden. Blüht in manchen Jahren zum zweiten Male im October. Standort beschattet.

854. *Psoralea acaulis* Steven.

B_0 = 15. Juni ± 3 Σt = 900°7 ± 53·3 Max. 23°0 ± 0·1 Min. 12°6 ± 0·2 2. J.
F_0 = 25. Juli ± 0 „ = 1523·8 ± 23·8 „ 25·1 ± 0·0 „ 14·3 ± 0·9 2. „

Beobachtungen von 1854 und 1855, dann eingegangen.

855. *Glycyrhiza glabra* L.

B_0 = 26. Juni ± 4 Σt = 1098°4 ± 30·0 Max. 20°1 ± 1·6 Min. 12°3 ± 0·6 9. J.
F_0 = 13. Aug. ± 3 „ = 1363·4 ± 43·3 „ 21 9 ± 1·5 „ 11·2 ± 1·1 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen trocken und entfärbt sind.

856. *Galega officinalis* L.

B_0 = 16. Juni ± 2 Σt = 951°6 ± 23·6 Max. 21°6 ± 1·1 Min. 12°0 ± 0·2 9. J.
F_0 = 30. Juli ± 2 „ = 1644·6 ± 24·5 „ 23·8 ± 0·9 „ 13·7 ± 0·4 9. „

Im Jahre 1858 ohne Blüthen. Blüht nicht selten im August oder September zum zweiten Male. Die Reife der Früchte angenommen, wenn die entfärbten trockenen Hülsen aufspringen.

857. *Robinia hispida* L.

B_0 = 21. Mai ± 2 Σt = 588°6 ± 18·6 Max. 20°5 ± 0·5 Min. 9°7 ± 1·1 9. J.

Blieb immer ohne Früchte und ging 1861 ein.

858. *Robinia Pseudoacacia* L. *var. inermis.*

B_0 = 30. Mai ± 3 Σt = 683°4 ± 17·5 Max. 17°7 ± 0·9 Min. 8°9 ± 1·2 5. J.

Ein alter Baum, der immer nur wenige Blüthen hat; ja in manchen Jahren bleiben dieselben ganz aus.

859. *Robinia viscosa* L.

B_0 = 31. Mai ± 2 Σt = 718°1 ± 15·7 Max. 19°1 ± 1·2 Min. 9°7 ± 0·5 9. J.
F_0 = 27. Aug. ± 2 „ = 2064·1 ± 17·1 „ 21·2 ± 1·3 „ 12·3 ± 0·6 8. „

Die Reife ist angenommen, wenn die Hülsen entfärbt und trocken sind. Das Aufspringen erfolgt viel später und selten. In manchen Jahren zu Ende Juli oder Anfang August zweite Blüthen.

860. *Caragana arborescens* Lam.

B_0 = 3. Mai ± 2 Σt = 391°5 ± 11·2 Max. 14°6 ± 1·2 Min. 5°2 ± 0·8 10. J.
F_0 = 14. Juli ± 2 „ = 1326·0 ± 30·0 „ 21·8 ± 0·5 „ 13·3 ± 0·1 3. „

Standort beschattet. Die Früchte kommen nur in wenigen Jahren zur Ausbildung.

861. *Caragana frutescens* L. *silvatica.*

B_0 = 7. Mai ± 2 Σt = 430°8 ± 15·4 Max. 15°8 ± 1·5 Min. 7°0 ± 1·0 10. J.
F_0 = 26. Juni ± 3 „ = 1027·9 ± 22·0 „ 20·2 ± 1·1 „ 11·7 ± 0·9 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen aufspringen. Setzt nicht in jedem Jahre Früchte an. Die an der Aussenseite dunklen Klappen drehen sich dann und streuen den Samen aus. Dieser Strauch blüht fast in jedem Jahre zum zweiten Male in den Monaten September und October, mitunter sehr reich.

862. *Colutea arborescens.*

B_0 = 27. Mai ± 1 Σt = 649°7 ± 24·8 Max. 19°4 ± 0·3 Min. 9°6 ± 0·6 7. J.
F_0 = 14. Juli ± 3 „ = 1361·5 ± 14·7 „ 22·9 ± 1·1 „ 13·3 ± 0·4 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die aufgeblasene Hülse trocken und entfärbt ist. In manchen Jahren ohne Früchte.

863. *Astragalus Cicer* L.

B_0 = 6. Juni ± 1 Σt = 808°9 ± 21·9 Max. 21°6 ± 1·2 Min. 11°0 ± 0·4 8. J.
F_0 = 12. Juli ± 2 „ = 1339·5 ± 26·2 „ 21·9 ± 1·4 „ 11·6 ± 0·6 8. „

Beobachtungen seit 1854. Die Fruchtreife mit dem Klaffen der nun schwarzen Hülsen angenommen.

864. *Astragalus galegiformis* Sibth.

B_0 = 30. Mai ± 1 Σt = 697°1 ± 19·0 Max. 19°7 ± 1·3 Min. 8°2 ± 0·4 9. J.
F_0 = 8. Juli. ± 3 „ = 1259·3 ± 20·4 „ 21·4 ± 1·2 „ 11·7 ± 0·2 7. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen entfärbt und trocken sind. Mit dem Jahre 1859 eingegangen.

865. *Astragalus illyricus* Bernh.

B_0 = 4. Mai ± 2 Σt = 403°3 ± 13·3 Max. 15°7 ± 1·7 Min. 6°4 ± 0·8 10. J.

Die Früchte reifen zu sehr ungleicher Zeit, da die Hülsen auf der Erde liegen und von der Feuchtigkeit des Bodens und dem Umstande viel abhängt, ob sie von dem Kraut der Pflanze beschattet werden oder nicht.

866. *Astragalus maximus* Willd.

B_0 = 6. Juni ± 2 Σt = 813°8 ± 23·2 Max. 22°5 ± 1·1 Min. 11°4 ± 0·1 7. J.
F_0 = 20. Jnli ± 3 „ = 1478·5 ± 27·3 „ 21·9 ± 1·2 „ 13·5 ± 1·1 7. „

Beobachtungen seit 1854. Die Früchte sind grösstentheils taub.

867. *Astragalus Onobrychis* L. *microphyllus.*

B_0 = 5. Juni ± 1 Σt = 787°3 ± 22·0 Max. 22°6 ± 1·3 Min. 11°4 ± 0·1 6. J.
F_0 = 28. Juli ± 5 „ = 1613·5 ± 110·2 „ 21·6 ± 1·9 „ 12·9 ± 0·5 3. „

Beobachtungen seit 1856. Die Fruchtreife angenommen, wenn die entfärbten und trockenen Hülsen klaffen.

868. *Pisum sativum* Poir. ⊙ S = 2. Mai ± 6.

B_0 = 2. Juli ± 3 Σt = 782°7 ± 20·0 Max. 19°1 ± 2·0 Min. 11°3 ± 0·1 3—6. J.
F_0 = 30. „ ± 4 „ = 1256·7 ± 9·5 „ 20·8 ± 1·4 „ 13·5 ± 0·6 2—6. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die harten und entfärbten Hülsen klaffen.

869. *Ervum Lens* L. ☉ S = 2. Mai ± 4.

B_0 = 25. Juni ± 3 Σt = 688°6 ± 33·9 Max. 20°8 ± 1·5 Min. 12°1 ± 1·0 4—6. J.
F_0 = 26. Juli ± 5 „ = 1169·7 ± 29·3 „ 20·0 ± 1·0 „ 12·4 ± 0·3 4—6. „

Die Fruchtreife wie bei *Pisum* bestimmt.

870. *Lathyrus latifolius* L.

B_0 = 12. Juni ± 3 Σt = 893°1 ± 34·4 Max. 21°0 ± 1·2 Min. 11°1 ± 0·4 10. J.
F_0 = 2. Aug. ± 2 „ = 1674·8 ± 20·2 „ 20·7 ± 1·4 „ 12·7 ± 0·2 7. „

An den sonnigen Traillagen einer gegen West gekehrten Mauer aufgebunden. Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der Hülsen angenommen.

871. *Lathyrus silvestris* L. *var. ensifolius.*

B_0 = 8. Juni ± 1 Σt = 814°4 ± 21·3 Max. 19°1 ± 2·1 Min. 9°6 ± 1 9 2. J.

An demselben Standorte wie 870. Die Fruchtreife nicht beobachtet. Beobachtungen seit 1860.

872. *Orobus albus* L. *rubescens.*

B_0 = 3. Mai ± 1 Σt = 407°0 ± 20·5 Max. 16°6 ± 1·5 Min. 6°8 ± 1·8 6. J.
F_0 = 22. Juni ± 5 „ = 1021·1 ± 72·1 „ 17·0 ± 3·6 „ 10·4 ± 0·2 2. „

Beobachtungen seit 1854. Mit dem Jahre 1859 ging die Pflanze ein. Die Früchte kamen nur in den ersten Jahren zur Ausbildung.

873. *Orobus niger* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 669°9 ± 29·8 Max. 17°6 ± 1·0 Min. 10°3 ± 0·2 9. J.
F_0 = 21. Juli ± 3 „ = 1481·3 ± 39·3 „ 22·7 ± 1·0 „ 12·9 ± 0·4 8. „

874. *Orobus roseus* Ledeb.

B_0 = 25. Mai ± 6 Σt = 646°1 ± 67·6 Max. 22°5 ± 0·1 Min. 12°1 ± 0·4 2. J.

Beobachtungen seit 1860, erstrecken sich nicht über die Fruchtreife.

875. *Orobus vernus* L. *var. flaccidus.*

B_0 = 29. April ± 4 Σt = 291°4 ± 9·5 Max. 13°9 ± 1·2 Min. 4°9 ± 0·8 9. J.
F_0 = 7. Juni ± 1 „ = 824·0 ± 19·3 „ 20·6 ± 1·2 „ 11·2 ± 0·3 6. „

876. *Orobus versicolor* Gmel.

B_0 = 9. Mai ± 1 Σt = 444°2 ± 23·8 Max. 13°0 ± 3·5 Min. 5°5 ± 2·0 2. J.

Beobachtungen seit 1860 und keine über Fruchtreife.

Der Standort sämmtlicher Arten dieser Gattung ist beschattet. Die Fruchtreife ist mit dem Aufspringen der trockenen Hülsen angenommen, welches nur stattfindet, wenn dieselben vollkommen ausgebildet sind. Die Klappen drehen sich dann und streuen den Samen aus.

877. *Coronilla Emerus* L.

B_0 = 10. Mai ± 4 Σt = 454°4 ± 17·3 Max. 16°7 ± 1·7 Min. 8°0 ± 0·9 8. J.
F_0 = 12. Juli ± 2 „ = 1364·5 ± 37·0 „ 20·9 ± 1·3 „ 10·6 ± 1·2 3. „

Trägt nur in manchen Jahren reife Früchte. Scheint manchmal im Juli zum zweiten Male zu blühen, wenn sich die erste Blüthen-Periode nicht so weit erstreckt?

878. *Coronilla minima* L.

B_0 = 5. Mai ± 2 Σt = 443°6 ± 18·1 Max. 18°5 ± 1·1 Min. 7°6 ± 0·6 8. J.
F_0 = 7. Juli ± 2 „ = 1269·9 ± 20·8 „ 22·7 ± 1·4 „ 12·5 ± 1·2 4. „

Die Früchte verkümmern nicht selten. Blüht in manchen Jahren im August oder September zum zweiten Male. Beobachtungen seit 1854.

879. *Coronilla montana* L.

B_0 = 27. Mai ± 2 Σt = 664°7 ± 21·6 Max. 19°9 ± 1·3 Min. 9°5 ± 9·2 7. J.
F_0 = 1. Aug. ± 2 „ = 1656·8 ± 31·8 „ 21·5 ± 1·4 „ 12·3 ± 0·2 8. „

Beobachtungen seit 1854.

880. *Coronilla varia* L.

B_0 = 12. Juni ± 2 Σt = 869°5 ± 5·6 Max. 22°0 ± 1·2 Min. 11°7 ± 0·4 8. J.
F_0 = 26. Juli ± 3 „ = 1552·2 ± 36·2 „ 22·0 ± 1·2 „ 13·6 ± 0·6 6. „ [1])
F'_0 = 15. Aug ± 6 „ = 1839·9 ± 29·0 „ 22·0 ± 1·2 „ 13·6 ± 0·6 2. „

Bei der Gattung Coronilla ist die Fruchtreife angenommen, wenn sich die Glieder der entfärbten und trockenen Hülse trennen und abfallen. Dass die Hülse beträchtlich früher trocken und entfärbt sein kann, als die Trennung erfolgt, sieht man bei *Coronilla varia*, wo F_0 für den ersten, F'_0 für den zweiten Fall gilt. Der Standort sämmtlicher Arten der Gattung ist beschattet.

881. *Onobrychis satia* L.

B_0 = 22. Mai ± 2 Σt = 634°7 ± 27·6 Max. 18°1 ± 1·2 Min. 9°4 ± 0·5 5—8. J.
F_0 = 29. Juni ± 2 „ = 1138·1 ± 17·4 „ 22·0 ± 1·1 „ 12·0 ± 0·8 8. „

Die Fruchtreife angenommen, wenn die Hülsen entfärbt und trocken sind.

882. *Phaseolus vulgaris* Savi ☉ S = 2. Mai ± 6.

B_0 = 2. Juli ± 4 Σt = 778°6 ± 36·4 Max. 21°7 ± 1·4 Min. 12°9 ± 0·9 3—6. J.
F_0 = 8. Aug. ± 3 „ = 1387·5 ± 12·4 „ 23·2 ± 1·4 „ 13·1 ± 1·1 3—6. „

Die Fruchtreife mit dem Aufspringen der entfärbten trockenen Hülsen angenommen.

883. *Cladrastis tinctoria* Raf.

B_1 = 4. Juni ± 3 Σt = 765°6 ± 12·0 Max. 21°5 ± 1·2 Min. 11°0 ± 1·1 3. J.

Beobachtungen seit 1854. Blüht nur in manchen Jahren und trägt nie Früchte.

884. *Styphnolobium japonicum* Schott.

B_0 = 4. Aug. ± 4 Σt = 1672°7 ± 46·6 Max. 22°8 ± 1·5 Min. 12°9 ± 0·5 6. J.

Blüht nicht in jedem Jahre und entwickelt nie Früchte, welche wegen später Blüthezeit auch nicht reifen könnten.

885. *Cercis canadensis* L.

B_0 = 8. Mai ± 2 Σt = 449°0 ± 18·2 Max. 18°7 ± 1·2 Min. 7°5 ± 0·2 8. J.

Beobachtungen seit 1854. Trägt nie Früchte.

886. *Cercis Siliquastrum* L.

B_0 = 16. Mai ± 2 Σt = 511°0 ± 17·1 Max. 17°5 ± 0·9 Min. 9°0 ± 0·3 9. J.
F_0 = 5. Oct. ± 1 „ = 2430°8 ± 29·6 „ 15·9 ± 2·6 „ 7·1 ± 0·2 2. „

Die Früchte, wenn sie sich ja bilden und erhalten, werden nur langsam nothreif. Die Reife ist angenommen, wenn die Hülsen sich entfärben und trocken werden. Im Jahre 1861 wegen Spätfrösten ohne Blüthen.

---

[1]) Für das Max. Min. 8. J.

887. *Gleditschia triacanthos* L. *inermis.*

B_0 = 5. Juni ± 1 Σt = 756°2 ± 12·6 Max. 18°7 ± 1·2 Min. 10°5 ± 0·8 9. J.
F_0 = 20. Sept. ± 4 „ = 2332·5 ± 42·2 „ 17·0 ± 1·3 „ 9·4 ± 0·6 7. „

Die Fruchtreife ist angenommen, wenn die Hülsen sich dunkelbraun färben und die ein geschlossenen Samen schlottern. Im Jahre 1861 ohne Blüthen wegen Spätfrösten.

888. *Gymnocladus canadensis* Lam.

B_0 = 4. Juni ± 2 Σt = 763°5 ± 31·7 Max. 21°4 ± 0·5 Min. 10°0 ± 0·4 7. J.

Beobachtungen seit 1854. Im Jahre 1856 ohne Blüthen. Setzt nie Früchte an.

889. *Cassia marylandica* L.

B_0 = Juli ± 2 Σt = 1631°0 ± 31·1 Max. 19°0 ± 0·7 Min. 12°4 ± 0·2 5. J.

Mit dem Jahre 1856 eingegangen. Früchte bildeten sich in keinem Jahre.

Um die Benützung der vorstehenden Resultate zu erleichtern, gebe ich ein alphabetisches Verzeichniss der vorkommenden Pflanzenarten und füge die Nummer bei, unter welcher sie im vorstehenden Register vorkommen.

Herr Prof. A. Tomaschek in Lemberg, derzeit mit Urlaub in Wien, hat versucht, für seine eigenen in Lemberg mit grosser Sorgfalt angestellten Pflanzen-Beobachtungen nach meiner Methode die thermischen Constanten zu berechnen. Diese zeigen, wie auch zu erwarten stand, eine sehr befriedigende Übereinstimmung der aus mehrjährigen Beobachtungen gefolgerten Normal-Werthe. Aber in den einzelnen Jahren ist die Übereinstimmung der Temperatur-Summen an beiden Orten weniger befriedigend.

Nach vielfältigen Versuchen gelang es Herrn Tomaschek auch schon für die einzelnen Jahre eine mindestens eben so befriedigende Übereinstimmung der thermischen Constanten zu erzielen, wie sie mir, unter der Voraussetzung eines mittleren Jahres gelungen ist. Er fand, dass von den beiden Factoren, aus welchen die Wärmesummen bestehen, der eine, die Dauer der wirksamen Periode nämlich, veränderlich, die mittlere active Temperatur desselben Zeitraumes hingegen constant ist. Für seine eigenen in Lemberg angestellten Beobachtungen ist die Übereinstimmung in den einzelnen Jahren in der That eine frappante, für meine in Wien angestellten Beobachtungen hingegen ist dies weniger der Fall, weil die Methode, nach welcher meine Beobachtungen angestellt sind, eine etwas andere war. Es ist aus diesem Grunde der mittlere Fehler der Summen in Procenten ausgedrückt, kaum grösser als jener der Temperatur-Mittel, in derselben Weise dargestellt. Das Nähere hierüber sehe man: A. Tomaschek: „Nachweis, dass es thermische Constanten etc. gibt," in der Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst u. s. w. Beilage zur Wiener Zeitung Nr. 48, vom 28. Dec. 1862.

ALPHABETISCHES REGISTER.

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern der Akademie.

Mit 3 Tafeln.

BEITRÄGE ZUR NÄHEREN KENNTNISS

DER

MORPHOLOGISCHEN ELEMENTE DES NERVENSYSTEMS.

VON

LUDWIG MAUTHNER.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 3. FEBRUAR 1860.

I.

Bei meinen Untersuchungen über das Centralnervensystem, namentlich das der Fische, deren Resultate ich theilweise in den Sitzungsberichten der kais. Akademie (7. Jänner 1859) veröffentlicht habe, mussten die morphologischen Elemente desselben, die Ganglienkugel und die Nervenfaser bald meine vollste Aufmerksamkeit auf sich ziehen, um so mehr, da ich mich bei Anfertigung meiner Präparate jener Methode bediene, deren bedeutungsvolle Zukunft für die genauere Erkenntniss der Nervenelemente nicht mehr verkannt werden kann, nämlich der Karmininfiltration von Gerlach.

Gerlach, Stilling und Jacubowitsch haben die Wirkungen des karminsaueren Ammoniaks auf die Elemente des Nervensystems untersucht und beschrieben; aber so wie sie einerseits über die Wirkungen des Farbstoffes auf die verschiedenen Theile der Ganglienkugel und der Nervenfaser nicht übereinstimmende Angaben machen, so haben sie auf der anderen Seite die grosse Wichtigkeit der neuen Methode für die Differential-Diagnostik der Nervenelemente nicht erkannt.

Gerlach beschreibt in seinen mikroskopischen Studien 1858 die Wirkungen des Farbstoffes auf die Theile der Nervenzelle ganz allgemein in der Art, dass sich das Kernkörperchen am intensivsten färben sollte; weniger intensiv sollte der Farbstoff auf den Kern, und am wenigsten auf den Inhalt der Zelle wirken. „Von der Zelle“, sagt Gerlach, „erstreckt

sich die Färbung zunächst auf die nahegelegenen grösseren Fortsätze, die nach einer 24stündigen Behandlung mit der diluirten Farbstofflösung die rothe Farbe annehmen. Zur Färbung der feineren, entfernter gelegenen Ramificationen der Fortsätze werden 2—3 Tage erfordert, und zwar ist es sehr leicht nachzuweisen, dass mit der Länge der Zeit die Anzahl der gefärbten feinen und feinsten Ramificationen zunimmt. Die färbende Wirkung des Farbstoffes schreitet also von der Zelle nach der Peripherie der Fortsätze weiter."

Die Einwirkung des Farbstoffes auf die Nervenfasern ist nach Gerlach eine solche, dass sich die markhaltigen Nervenröhren vollkommen indifferent gegen den Farbstoff verhalten und auch die freien Axencylinder nur sehr schwach gefärbt erscheinen.

Gerlach sagt ferner: Je länger die Hirntheile in der Chromlösung gelegen, um so längere Zeit braucht der Farbstoff, um seine färbende Wirksamkeit auf die Zellen auszuüben, und an harten Präparaten, die Jahre lang in der Chromlösung gelegen, ist die Färbung der Zellenfortsätze wenigstens geradezu unmöglich."

In seiner Abhandlung „über die Einwirkung von Farbstoff auf lebende Gewebe" wiederholt Gerlach seine Angaben über die Färbung der verschiedenen Theile der Nervenzelle, so wie, dass „sehr langes Liegen und vollständiges Erhärten der Gewebe in Chromsäure die Empfänglichkeit desselben für die Aufnahme von Farbstoff herabstimmen."

Mit diesen Angaben von Gerlach stimmt Stilling[1]) nur sehr wenig überein. Er findet, dass der Farbstoff auch die Axencylinder intensiv roth färbt, eben so wie das Nervenzellenparenchym. Ferner, dass das Kernkörperchen der Nervenzelle sich weder rascher noch intensiver färbt, als die übrigen Gebilde der Nervenzellen, im Gegentheile oft farblos ist, wo die anderen Theile der Nervenzelle gefärbt sind. Dasselbe muss Stilling vom Nucleus der Nervenzelle behaupten. Ferner sah Stilling die Fortsätze viel früher (als es Gerlach angibt), oft gleichzeitig mit dem Nervenzellenparenchym durchtränkt, und er kann durchaus nicht mit Gerlach übereinstimmen, dass zur Färbung der von der Nervenzelle entfernteren Theile eine längere Zeit erforderlich sei, als zur Färbung der nahegelegenen. Endlich fand Stilling keinen Unterschied in der Färbung zwischen solchen Theilen, die nur kurze Zeit und solchen, die Jahre lang in Chromsäurelösung gelegen hatten, bevor sie in die färbende Flüssigkeit eingelegt wurden.

Stilling gibt auch an, dass sich die Hülle der Nervenelemente nicht färbt, ein Punkt, den Gerlach nicht ausdrücklich erwähnt. — Jacubowitsch (Sitzungsberichte der Pariser Akademie vom 11. October 1858) gibt keine gesonderten Angaben über die Einwirkungen des Farbstoffes auf die einzelnen Theile der Nervenzelle. Von der Nervenprimitivfaser erklärt er, dass nur der Axencylinder derselben gefärbt wird, während Mark und Scheide ungefärbt bleiben.

Es muss im höchsten Grade auffallend erscheinen, dass zwei so ausgezeichnete Forscher, wie Gerlach und Stilling, so verschiedene Resultate über die Einwirkung des Farbstoffes auf die einzelnen Bestandtheile der Nervenzelle und der Nervenfaser erlangt haben, besonders da sich beide genau derselben Methode bedienten. Während Gerlach angibt, dass der Axencylinder nur sehr wenig vom Farbstoffe alterirt wird, erklärt Stilling, dass derselbe tiefroth gefärbt werde. Während Gerlach fand, dass das Kernkörperchen am intensivsten, nach ihm der Kern und am wenigsten das Zellenparenchym gefärbt wird, überzeugte sich Stilling,

[1]) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. 5. Lief. 1859 pag. 1078.

dass solche Färbungsdifferenzen zwischen den einzelnen Bestandtheilen der Zelle nicht existiren, ja, dass Kern und Kernkörperchen sogar ungefärbt bleiben können, während sich der Inhalt gefärbt zeigt. Gerlach sagt, dass die Färbung der Zellenfortsätze von der Zelle aus fortschreite; Stilling läugnet es. Gerlach gibt an, dass langes Erhärten in Chromsäure die Aufnahmsfähigkeit für Farbstoffe mindert; Stilling konnte dies nicht finden.

Ein solcher Widerspruch in den Angaben der beiden letztgenannten Forscher scheint um so unverständlicher, als die Untersuchung des Gegenstandes selbst keine schwierige genannt werden kann. Es bietet keine Schwierigkeit, einen feinen Schnitt aus irgend einem Theile des Nervensystemes zu machen, denselben in die Farbstofflösung zu bringen und nun einfach zu beobachten, welche Wirkungen der Farbstoff auf die einzelnen Theile der Zelle und der Nervenfaser ausgeübt hat; und andererseits ist ein Irrthum von Seite zweier so ausgezeichneter Mikroskopiker, wie es Gerlach und Stilling sind, geradezu unmöglich.

Einen Schlüssel zur Aufklärung dieser Widersprüche gibt uns Stilling mit seinen eigenen Worten[1]: „Gerlach könnte mit einigem Rechte einwerfen, dass meine widersprechenden Erfahrungen sich nicht auf die Elemente des kleinen Gehirnes, sondern auf die des Rückenmarkes beziehen. Indessen, wenn es wahr wäre — was ich aber nicht zugebe — dass die Nervenprimitivfasern und Nervenzellen des kleinen Gehirnes sich gegen die Einwirkung der Karminlösung anders verhalten, als diejenigen des Rückenmarkes, so würde das eben beweisen, dass Dasjenige, was Gerlach als ein allgemeines Gesetz der Nervenelemente aufzustellen scheint, keine allgemeine Giltigkeit hat, vor allem nicht für die Elemente des Rückenmarkes. Ich wage aber die Behauptung, dass die Nervenelemente in allen übrigen centralen und peripherischen Theilen sich eben so verhalten, wie die des Rückenmarkes, und mannigfache Erfahrungen dienen mir hier zur Stütze."

Nach meinen hier vorliegenden Untersuchungen allein kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass es wirklich an sich gänzlich verschiedene Arten von Ganglienzellen gibt und dass auch die Einwirkung des Farbstoffes nicht auf alle Nervenprimitivfasern eine gleiche ist. Das karminsauere Ammoniak ist es, welches uns die Mittel an die Hand gibt, eine Differentialdiagnostik der Ganglienzellen zu begründen, welche um so sicherer ist, als die Einwirkung des Farbstoffes auf die verschiedenen, durch ihr auf bestimmte Stellen beschränktes Vorkommen ausgezeichnete Gruppen von Ganglienkugeln desselben Thieres, so wie auf die Ganglienkugeln verschiedener Thiere eine verschiedene und dabei ausnahmslos constante ist. Welche Erfahrungen mich zu diesem Schlusse berechtigen, werde ich weiter unten ausführlich darstellen. Hier führe ich nur Folgendes an: Weder sind Gerlach's noch Stilling's Angaben über das Verhalten der Bestandtheile der Nervenelemente gegen Farbstoff allgemein richtig. Es gibt allerdings und zwar ganz bestimmte Ganglienkugeln, deren Kernkörperchen, Kern und Inhalt sich gegen Karmin so verhalten, wie es Gerlach beschreibt; es gibt auch Axencylinder, die von der Farbstofflösung im geringeren Grade afficirt werden, als andere, und es ist unrichtig, wenn Stilling behauptet, es gäbe keine solchen Ganglienkugeln und Axencylinder. Stilling hätte seine Angaben dahin beschränken sollen, zu erklären, dass er solche nicht beobachtet, hat aber, von der Ansicht ausgehend, dass die Elemente des Nervensystems in centralen und peripherischen Organen, aller Wirbelthiere wenigstens, gleich seien, seine Angaben verallgemeinert. Dagegen ist es unrichtig, wenn Gerlach angibt, dass sich die

---

[1]) Lib. cit. pag. 1078.

Ganglienkugeln überhaupt, also alle Ganglienkugeln in der von ihm beschriebenen Weise gegen Farbstoff verhalten, und dass alle Axencylinder von der Farbstofflösung nur wenig alterirt werden.

Es gibt Ganglienkugeln, deren Inhalt und Kernkörperchen gefärbt werden, während der Kern gänzlich ungefärbt bleibt. Es gibt auch Ganglienkugeln, deren Inhalt gänzlich ungefärbt bleibt. Es gibt Axencylinder, und zwar ist dies die allergrösste Anzahl derselben, die von Karmin tiefroth gefärbt werden.

Was demnach die widersprechenden Angaben Gerlach's und Stilling's über die verschiedene Färbung der Bestandtheile der Nervenelemente anbelangt, so sind diese wenigstens theilweise daraus zu erklären, dass Gerlach und Stilling verschiedene Arten von Ganglienkugeln untersucht haben, auf welche der Farbstoff in der That verschieden einwirkte, und dass Beide den Fehler begingen, ihre an bestimmten Ganglienkugeln und Nervenfasern gewonnenen Resultate zu verallgemeinern.

Anders verhält es sich mit Gerlach's und Stilling's Angaben über die Färbung der Zellenfortsätze und die hindernde Einwirkung der Chromsäure auf die Färbung der Elemente. Ich sehe in der That an nicht stark infiltrirten Präparaten vom Fischrückenmarke, an welchen sich einzelne Fortsätze von Ganglienkugeln auf sehr weite Strecken verfolgen lassen, dass die von der Zelle weiter entfernten Theile der Fortsätze, resp. ihre Ramificationen weniger gefärbt sind, als die der Zelle nahegelegenen. Allerdings erscheinen letztere im Allgemeinen intensiver gefärbt, weil sie dicker sind, als die entfernteren Ramificationen. Dennoch ist aber nicht zu verkennen, dass ein Fortschreiten der Färbung von der Zelle nach der Peripherie der Fortsätze existirt. Es sei damit nicht gesagt, dass die Zelle gleichsam die Vermittlerin für die Färbung der Zellenfortsätze abgibt, dass also eine Färbung der Zellenfortsätze nur im Zusammenhange derselben mit der Zelle möglich sei. Wenn man ein infiltrirtes Präparat, vom Rückenmarke z. B. betrachtet, so sieht man, dass jene Zellenfortsätze, deren Zellen nicht in den Schnitt einbezogen wurden, eben so gefärbt erscheinen, wie jene, welche im Präparate noch mit ihren Zellen in Verbindung stehen. Jedoch bei der gänzlichen Dunkelheit, welche noch über die Art und Weise der Einwirkung des Farbstoffes auf die feinsten Gewebselemente herrscht, darf man ein solches Fortschreiten der Färbung vom Stamme der Fortsätze gegen deren Ramificationen hin nicht von vornhinein verwerfen.

Eben so stimme ich Gerlach vollkommen bei, dass langes Liegen und Erhärten der Nervenelemente in Chromsäure die Empfänglichkeit derselben für die Aufnahme des Farbstoffes bedeutend herabsetzt, aber gerade nicht ganz aufhebt.

Über das Verhalten der Scheiden der Elemente des Nervensystems gegen den Farbstoff finde ich bei Gerlach nichts Ausdrückliches angeführt. Aus seiner Angabe, dass sich die markhaltigen Nervenröhren vollkommen indifferent gegen den Farbstoff verhalten, schliesse ich, dass er die Einwirkung des Farbstoffes auch auf die Scheide der Nervenfaser läugnet. Wie sich die Scheide der Nervenzelle gegen Farbstoff verhält, ist aus Gerlach's Angaben über das Verhalten der übrigen Zellentheile nicht zu ersehen.

Stilling erklärt ausdrücklich, dass die Hülle der Nervenfasern vom Farbstoffe nicht gefärbt würde, und bildet auch die Hülle gefärbter Nervenzellen ab.

Jacubowitsch kennt ebenfalls keine Wirkung des Farbstoffes auf die Scheide der Nervenfasern.

Ich sehe hingegen auf gefärbten Querschnitten peripherischer Nerven, z. B. des *N. trigeminus* vom Hecht, vom Kaninchen, die Scheiden ganz deutlich roth gefärbt, so dass dadurch,

dass sich die roth gefärbten Scheiden und die roth gefärbten Axencylinder gegen das ungefärbte Mark auf's Schärfste abheben, die drei Bestandtheile der Nervenfaser, Axencylinder, Mark und Scheide in einer Weise zur Anschauung kommen, wie man es sich kaum schöner und deutlicher denken kann.

Im Centralnervensystem beobachtet man auf Querschnitten der Nervenfasern viel seltener die Färbung der äussersten Schichte, das ist der Scheide, und zwar nur an sehr stark roth gefärbten Präparaten. Es hat dies wohl theilweise auch darin seinen Grund, dass die Scheiden der centralen Nervenfasern meist viel zarter sind, als die der peripheren, daher eine Anwendung starker Vergrösserungen zu ihrer Beobachtung nöthig ist, dabei natürlich die röthliche Färbung derselben bedeutend geschwächt wird.

Auf Längsschnitten der Fasern ist die Färbung der Scheide nur am Rande derselben deutlich, während sie in der Mitte der Fasern durch das Darunterliegen des ungefärbten Markes beinahe gänzlich aufgehoben wird. Nichts desto weniger erscheinen die Nervenfasern in stark infiltrirten Präparaten nicht vollkommen weiss, sondern besitzen eine röthliche Färbung, welche einerseits von der Färbung der Scheide herrührt, andererseits aber auch davon, weil sich, wie ich gegen Gerlach bemerken muss, das Mark nicht vollkommen indifferent verhält, sondern bei langer Einwirkung des Karmins blassroth gefärbt wird.

Eben so wie die Scheiden der Nervenfasern finde ich die Scheiden, wenigstens der centralen Ganglienkugeln gefärbt. Wir besitzen durch das karminsauere Ammoniak nicht das Mittel, die Scheiden der centralen Ganglienkugeln dadurch kenntlich zu machen, dass der Farbstoff auf sie nicht einwirkt, während das angrenzende Zellenparenchym gefärbt wird. Es ist zwischen der Färbung der äussersten Schichte der centralen Ganglienkugel, d. i. deren Scheide und der des Inhaltes, wenn sich dieser überhaupt färbt, kein Unterschied wahrzunehmen. Nur bei jenen centralen Ganglienkugeln, deren Inhalt sich nicht färbt, sind die Scheiden eben durch ihre röthliche Färbung kenntlich. Übrigens gelingt es auch die Scheiden von solchen Ganglienkugeln, deren Inhalt gefärbt wird, dadurch zur Anschauung zu bekommen, dass sich der Inhalt von ihnen zurückgezogen hat, und dann erkennt man deutlich deren Färbung.

Innere Scheiden peripherer Ganglienkugeln sind in gewissen Fällen ungefärbt.

Auf alle diese Verhältnisse komme ich im Detail bald näher zurück. Wenn ich mich aber hier im Allgemeinen über die Einwirkung des karminsaueren Ammoniaks auf die Theile der Elemente des Nervensystems aussprechen soll, so muss ich sagen:

Das Nervenmark wird erst bei langer Einwirkung des Farbstoffes auf dasselbe in seiner weissen Farbe alterirt.

Zu jener Zeit, wo noch keine Einwirkung des Farbstoffes auf das Nervenmark statt hat, erscheinen die Theile der Nervenzellen in verschiedener Weise, eben je nach der verschiedenen Natur derselben gefärbt.

Es kann Kernkörperchen, Kern und Inhalt gefärbt sein, und zwar so, dass die Färbung des erstreren am intensivsten, die des letzteren am schwächsten ist.

Es kann der Inhalt intensiver gefärbt sein, als der Kern, das Kernkörperchen wiederum intensiver als der Inhalt. — Es kann der Kern gänzlich ungefärbt sein, Inhalt und Kernkörperchen gefärbt und zwar mit verschiedener Intensität. — Es kann endlich der Inhalt der Zelle gänzlich ungefärbt sein bei gleichzeitiger Färbung der Kerngebilde.

Ganglienkugeln, deren Kernkörperchen sich gar nicht färbt, wie sie Stilling fand, habe ich noch nicht gesehen, ohne sie desswegen läugnen zu wollen.

Was die Zellenfortsätze betrifft, so sind sie zu dieser Zeit auch bereits mit allen ihren Ramificationen tiefroth gefärbt.

Zu derselben Zeit (nämlich bevor noch die Einwirkung des Farbstoffes auf das Nervenmark begonnen hat) erscheinen Scheide und Axencylinder gefärbt und zwar der letztere tiefroth. Allerdings gibt es Axencylinder, welche sich langsamer färben, als andere; allein sie erscheinen dennoch bereits tiefroth gefärbt, ehe die Wirkung des Farbstoffes auf das Mark beginnt und auch dieses widersteht nicht bei allen Nervenfasern gleich lange Zeit dem Einflusse des Farbstoffes.

Ich füge bei: die Lösungen des karminsaueren Ammoniaks, deren ich mich bediene, sind von verschiedener Concentration. Denn will man nach vierundzwanzigstündiger Behandlung des Objectes mit der Farbstofflösung das schönst gefärbte Präparat erhalten, so muss man die Concentration nach der Natur des Objectes selbst, namentlich aber nach dem Grade der Härtung, welches dasselbe in Chromsäure erlangt hat, richten. Die Erfahrung ist hierin die beste Lehrerin. Man erlangt dabei aus allen Theilen des Nervensystems, dem Rückenmarke, Gehirne, den Ganglien, Präparate, welche abgesehen von den wichtigen Aufschlüssen, die sie uns über die Elemente des Nervensystems geben, das Gepräge des ästhetisch Schönen an sich tragen.

Eine Vorstellung hiervon mögen die dieser Abhandlung beiliegenden, von der Meisterhand meines Freundes des Herrn Dr. Karl Bunzl ausgeführten Zeichnungen geben, da dies weder Gerlach's skizzenhafte Farbenzeichnung, noch weniger Stilling's in braunrothem Tone, weil bei den stärksten Vergrösserungen ausgeführte Abbildungen vermögen.

II.

„Die Beobachter älterer wie neuerer Zeiten“, sagt Stilling[1]), „waren von der Gleichheit der morphologischen Elemente bei verschiedenen Thierclassen, wie an den verschiedenen Örtlichkeiten des Nervensystems gewissermassen überrascht.“

Die Forscher auf dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft theilen sich in zwei Parteien, von denen die eine dem Satze huldigt, dass es zwischen den Nervenzellen im Nervensysteme desselben Thieres, so wie der verschiedenen Thiere keine wesentlichen Unterschiede gebe, während die andere aus verschiedenen Momenten sich zum Schlusse berechtigt sieht, zwischen den Nervenzellen nach verschiedenen Rücksichten hin wesentliche Unterschiede anzunehmen.

Im Fischrückenmarke kennt Owsjannikow, bei Fröschen Kupffer nur eine Art von Ganglienzellen. Von den Nervenzellen im Rückenmarke der Vögel sagt Metzler[2]): *Cellulae nerveae, quae in avium medulla spinali reperiunter, neque dispositione, neque forma aliisve ullis rationibus ab eis cellulis differunt, quae in aliis animalium vertebratorum classibus inventae saepiusque descriptae sunt.*

Dass zwischen den Ganglienkugeln in den Ganglien des *Symphaticus* und in den Spinalganglien kein „essentieller“ Unterschied obwalte, sagt Remak[3]) 1838.

Diesen Ansichten nun schliesst sich Stilling[4]) selbst an. Wiewohl er zugibt, dass die auffallenden morphologischen Verschiedenheiten zwischen gewissen Ganglienkugeln (zwischen

---

[1]) l. c. 4. Lfg. pag. 977. — [2]) De medullae spinalis avium textura. Dorpati 1855 pag. 29. — [3]) Observationes anat. et microsc. de syst. nerv. structura pag. 9. — [4]) l. c. pag. 978.

den runden nächst dem Centralcanale gelegenen Nervenzellen bei *Petromyzon* und den spindelförmigen in der vordern grauen Rückenmarkssubstanz dieses Thieres, zwischen den bipolaren Zellen in den Spinalganglien und den multipolaren im Gehirne und Rückenmarke der Säugethiere, zwischen den grossen in den grauen Vorderhörnern gelegenen und den kleinen in der gelatinösen Substanz vorfindlichen Zellen) der Annahme günstig zu sein scheinen, dass es wesentlich verschiedene Arten von Nervenzellen gebe; und dass man auch voraussetzen müsse, dass die Zellen, welche mit motorischen, und jene, die mit sensitiven Fasern in Verbindung stehen, durch wesentliche Eigenschaften sich von einander unterscheiden (die man aber noch nicht kennt), so erklärt Stilling dennoch, dass alle Unterschiede, die man bis jetzt zwischen den Nervenzellen aufzufinden glaubte, unhaltbar seien, und schliesst, dass „nach allen bisherigen Untersuchungen alle Nervenzellen wesentlich einander gleich sind."

Und mit dem Letzteren stimme ich auch vollkommen überein. Die bisherigen Untersuchungen, welche meistentheils eine Eintheilung der Nervenzellen auf deren Form und Grösse und auf die Anzahl der von ihnen abgehenden Fortsätze, auf die Anwesenheit oder Abwesenheit von Scheiden, auf die Beschaffenheit dieser letzteren gründen, haben hierzu wenig Berechtigung, wie Stilling nachweist.

Die Eintheilung der Nervenzellen nach ihrer Form und nach der Anzahl der von ihnen abgehenden Fortsätze war wohl die ursprünglichste. Der heutige Standpunkt der Wissenschaft muss sie gänzlich aufgeben, und es befremdet desshalb um so mehr, wenn Kölliker noch 1859 [1]) die Nervenzellen nach ihrer Form in runde, spindelförmige und sternförmige eintheilt und sie andererseits in selbstständige und in Zellen mit blassen Fortsätzen unterscheidet.

Wir sehen daraus, sowie auch aus anderen Stellen [2]), dass Kölliker *apolare* (d. i. runde, selbstständige) Nervenzellen statuirt. Allein so wie eine *apolare* Nervenzelle nach unserer Einsicht ein physiologisches Räthsel oder vielmehr eine physiologische Unmöglichkeit zu sein scheint, weil die mit keinem Theile des Organismus in Verbindung stehende Zelle auf keinen Theil desselben eine Wirkung haben kann, mithin der Zweck ihrer Existenz ein unverständlicher wäre, so berechtigt uns andererseits der Umstand, dass wir an einzelnen Zellen keine Fortsätze wahrnehmen können, nicht zum Ausspruch, dass diese Zellen keine Fortsätze hätten: wir müssen dabei an die Unzulänglichkeit unserer Präparationsmethoden und unserer optischen Instrumente denken. Auch die Verschiedenheit der Präparationsmethoden hat auf die Beobachtung der Zellenfortsätze einen wesentlichen Einfluss. So habe ich zum Studium des feineren Baues der Ganglienzellen feine Schnitte aus den peripherischen in Chromsäure gehärteten Ganglien gemacht, dieselben mit Karmin infiltrirt und sie hierauf, um sie mit Terpentin durchsichtig zu machen, mit absolutem Alkohol entwässert. An diesen Präparaten, welche in Bezug auf Deutlichkeit und Schönheit, womit man die Ganglienkugeln in allen ihren Theilen erkennt, nichts zu wünschen übrig lassen, sieht man fast nie einen von einer Zelle abgehenden Fortsatz. Es mag dies theils darin seinen Grund haben, dass die Schnittrichtung zufällig fast niemals in die Richtung der Fortsätze gefallen, theils, was wahrscheinlicher ist,

[1]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen, pag. 95 und 281.

[2]) l. c. pag. 281. Wenn Bidder neulich .... die Ansicht aufstellt, dass die Ganglienzellen als hüllenlose Massen in Erweiterungen von Nervenröhren eingebettet seien, so hat derselbe die Nervenzellen übersehen, welche keine Fasern abgeben etc.

darin, dass dadurch, dass sich der Inhalt der Zellen bei diesen Präparaten fast immer von der äusseren Scheide zurückgezogen zeigt, der Zellenfortsatz nicht mehr in Continuität mit seiner Nervenzelle steht und desshalb nicht mehr direct von ihr ausgehend beobachtet wird.

Es wäre aber eben so falsch, diese Zellen als *apolare* zu bezeichnen (weil man sich durch Zerzupfen der Ganglien leicht von ihren Fortsätzen überzeugen kann), als es ungerechtfertigt ist, Zellen, an denen man bei was immer für einer Präparationsmethode, sei es beim Zerzupfen des betreffenden Nerventheils, sei es bei Schnitten durch denselben, keine Fortsätze beobachten kann, desshalb als fortsatzlos anzusehen.

Auch hat die Geschichte dieses Gegenstandes es gelehrt, wie, während man ursprünglich alle Nervenzellen als apolare betrachtete, von Jahr zu Jahr mit Verbesserung der Präparationsmethoden und Vervollkommnung der optischen Instrumente die Zahl der apolaren Nervenzellen ab-, und die der uni-, bi-, und multipolaren zunahm, wie man Nervenzellen, die man anfangs für uni- oder bipolare gehalten, als multipolare erkannte, bis endlich Rudolph Wagner 1854 den Ausspruch that, dass wenigstens beim Menschen und den höheren Wirbelthieren alle Ganglienzellen des Gehirnes und Rückenmarkes multipolar sind.

Ich glaube übrigens auch aus einigen Stellen bei Kölliker schliessen zu können, dass er auf die apolaren Nervenzellen jetzt nur wenig Gewicht legt. Der Passus in der 2. Auflage seiner Gewebelehre 1855 pag. 291: „Rudolph Wagner bestreitet jetzt die Existenz von Nervenzellen ohne Fortsätze, ist jedoch die Beweise dafür schuldig geblieben," findet sich nicht mehr in der 3. Auflage dieses Buches vom Jahre 1859, und andererseits sagt Kölliker daselbst pag. 317 geradezu und ausdrücklich: „Die vielstrahligen Nervenzellen mit verästelten Fortsätzen, die, wie ich mit Wagner annehmen muss, im Gehirne und Rückenmarke allein vorkommen etc." Ich verstehe das so, dass Kölliker im Gehirne und Rückenmarke nur multipolare, also keine apolaren und unipolaren Nervenzellen anerkennt; denn nur dieses ist Wagner's Ansicht.

Nach allem dem haben wir kein Recht mehr die Existenz von apolaren Ganglienkugeln anzunehmen. Bei Fischen läugnet sie Owsjannikow[1]): *non possumus, quin corpuscula gangliosa apolaria arte producta esse censeamus.* Eben so wenig spricht Kupffer bei Fröschen, noch Metzler bei Vögeln von apolaren Nervenzellen. Beim Menschen stellt sie ebenfalls Owsjannikow[2]) in Abrede: *neque cellulas apolares aut in medulla spinali, aut in aliis systematis nervosi locis existere concedendum mihi videtur*, und Bidder und Kupffer[3]) bestätigen dieses, indem sie sagen: „Ursprünglich und in ihren natürlichen Verhältnissen strahlenlose, sogenannte apolare Nervenzellen kommen nach meiner Überzeugung im Rückenmarke eben so wenig vor, als ich ihre Gegenwart in anderen Theilen des Nervensystems anzuerkennen vermag." Die apolaren Nervenzellen endlich läugnet auch Stilling[4]) aus ähnlichen Gründen, wie ich sie anführe.

Auf der anderen Seite möchte ich die Angabe Rudolph Wagner's, dass die Nervenzellen im Centralnervensysteme höherer Wirbelthiere sämmtlich multipolar sind, nicht auch auf die niederen Wirbelthiere ausdehnen. Auf Präparaten aus dem Rückenmarke und Gehirne der Fische beobachtet man häufig genug uni- und bipolare Nervenzellen, und wiewohl ich

---

[1]) Disq. microsc. de med. spin. textura, imp. in piscibus factitatae. Dorp. 1854, pag. 32.

[2]) l. c. pag. 37.

[3]) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes. 1857, pag. 30.

[4]) l. c. pag. 979.

nicht läugnen will, dass bei diesen möglicherweise Fortsätze, welche in anderen Ebenen, als der Ebene der Schnittrichtung verlaufen, nicht zur Anschauung kommen, so steht doch durchaus Nichts der Annahme entgegen, diese Zellen als wirklich uni- oder bipolare zu betrachten.

Auch will ich hier erwähnen, dass, wiewohl eine Eintheilung der Ganglienzellen nach ihrer Form in runde, spindelförmige und sternförmige keinen wissenschaftlichen Nutzen hat, doch die Angaben jener Forscher zu berichtigen sind, welche fast gar keinen Unterschied in der Form der Ganglienzellen gelten lassen wollen. So nenne ich nur Owsjannikow, welcher die Ganglienzellen im Fischrückenmarke als *„plerumque forma triangulari instructae"* bezeichnet[1]) von der Ansicht ausgehend, dass sie in einer Ebene immer 3 Fortsätze absenden. Ich finde die Nervenzellen bei Fischen nicht blos dreieckig, sondern eben so häufig auch keulenförmig, vieleckig (sternförmig), mitunter auch sichelförmig (Forelle) u. s. f. Mit eben so geringem Rechte bestreitet Owsjannikow die Verschiedenheit der Form der Ganglienzellen beim Menschen pag. 37.

So wie demnach eine anatomische Eintheilung der Nervenzellen in selbstständige und in solche mit blassen Fortsätzen, wie sie uns Kölliker noch 1859 gibt, nicht haltbar ist, so entbehrt andererseits jene Eintheilung derselben, welche ihnen nach der Anzahl ihrer Fortsätze eine verschiedene physiologische Bestimmung vindicirt, vollends aller Berechtigung. Owsjannikow betrachtet nämlich[2]) die unipolaren Ganglienzellen als organische, die bipolaren als sensitive; die mit 4 Fortsätzen als solche, welche der Reflexbewegung dienen (letztere kommen im Rückenmarke der Wirbelthiere vor. Ob sie einen fünften Fortsatz besitzen, davon konnte sich Owsjannikow wenigstens bei Fischen nicht überzeugen), und endlich die multipolaren als solche, *„in quibus voluntas est posita"*. Diese *„actiones psychicas sibi vindicant"*, sie kommen vorzüglich im Gehirne des Menschen und der höheren Wirbelthiere vor, und sind, wie es scheint, unter einander verbunden.

So wie es nun seine Richtigkeit hat, dass Ganglienzellen vorkommen, die nur 1 oder 2, und solche, die vier und mehr Fortsätze besitzen, so ist 1. nicht erwiesen, dass im *Sympathicus* nur unipolare Ganglienzellen vorkommen. Remak[3]) hat schon vor längerer Zeit multipolare Ganglienzellen aus dem *Sympathicus* herauspräparirt, und in neuester Zeit hat Schröder van der Kolk[4]) durch Färbung mit Karmin gefunden, dass die Ganglienzellen im *Sympathicus* meistens multipolar sind, und andererseits scheint es mir keinem Zweifel zu unterliegen, dass es auch in den verschiedenen Theilen des centralen Nervensystems unipolare Ganglienzellen gebe, deren „sympathische" Eigenschaften nachzuweisen Owsjannikow schwer fallen dürfte.

2. Die bipolaren Ganglienzellen als sensitive zu bezeichnen, dürfte Owsjannikow der Umstand bewogen haben, dass nach seiner Ansicht in den Spinalganglien nur bipolare Zellen vorkommen. Allein Stannius, Frey, Kölliker und Stilling haben in den verschiedenen Spinalganglien Zellen mit 3 und 4 Fortsätzen gesehen. Mithin müsste man auch solche als sensitive bezeichnen, und wiederum scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass die bipolaren

---

[1]) l. c. pag. 30.
[2]) l. c. pag. 40.
[3]) Bau und Functionen der *medulla spinalis* etc. Übersetzt von Dr. Theile. pag. 129.
[4]) Monatsbericht der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Jänner 1854.

Nervenzellen, die man im Centralnervensysteme beobachtet, wirklich solche seien, ohne dass sie desswegen der Sensibilität vorständen.

3. Dass die Ganglienzellen, welche im Rückenmarke vorkommen und der Reflexbewegung dienen, nur 4 oder 5 Fortsätze haben, ist unrichtig. Die Zahl ihrer Fortsätze kann eine viel grössere sein (wovon weiter unten).

Endlich 4. dass die multipolaren Zellen mit mehr als 5 Fortsätzen den psychischen Thätigkeiten vorstehen, ist desshalb nicht zuzugeben, weil multipolare Zellen mit mehr als 5 Fortsätzen auch im Rückenmarke sich finden und man diesen, nach vieler Anderer und meinen Erfahrungen keine psychischen Thätigkeiten zumuthen kann, wie denn überhaupt die Annahme, dass, wenn eine Ganglienkugel einen Fortsatz mehr abgibt, sie nicht mehr der Reflexbewegung dient, sondern eine solche ist, die der Seelenthätigkeit vorsteht, allzu sonderbar erscheint.

Demnach scheint es mir, dass eine Eintheilung der Nervenzellen nach ihrer Form und nach der Anzahl der von ihnen abgehenden Fortsätze weder in anatomischer, noch in physiologischer Hinsicht gerechtfertigt sei.

Dass eine Eintheilung der Nervenzellen nach ihrer Grösse ebenfalls keine ganz feste Grundlage habe, beweist schon Stilling[1]).

Es ist unrichtig, wenn einige Forscher gar keine Unterschiede in der Grösse der Nervenzellen gelten lassen wollen, wie Owsjannikow. „*Ceterum talem cellularum diversitatem, qualem etiam ad magnitudinem quod attinet, quidam scrutatores sibi observavisse videntur, nos nequaquam invenimus, sed potius omnes inter se pares vidimus*", sagt Owsjannikow über die Nervenzellen im Rückenmarke der Fische[2]), und eben so wenig gibt er Grössenunterschiede der Nervenzellen im menschlichen Rückenmarke zu, indem er sagt[3]): *Quas cellulas si qui viri docti magna magnitudinis diversitate excellere testantur, iis nullo modo assentiri possumus.*

Man muss bei der Beurtheilung der Grösse der Nervenzellen auf Rückenmarksschnitten allerdings behutsam sein. Man sieht nicht selten kleine Ganglienzellen, an denen man keinen Kern und keine Fortsätze nachweisen kann. Das sind nun Segmente von Ganglienzellen, die nicht ganz in den Schnitt einbezogen wurden. Solche muss man, wenn man auf Grössenverhältnisse der Zellen Rücksicht nimmt, von seiner Betrachtung ausschliessen. Dennoch aber bestehen zwischen den Ganglienzellen, welche mit Kern- und Kernkörperchen und mit ihren Fortsätzen, also *in toto*, oder wenigstens in ihrem grössten Durchmesser sich uns darbieten, bedeutende Grössenunterschiede. So kommen in den Vorderhörnern des Rückemarkes bei Fischen (Hecht) kolossale Nervenzellen von mehr als $^1/_{13}$ Millim. in ihrem Durchmesser vor, und daneben finden sich ganz unzweideutige, mit Fortsätzen versehene Nervenzellen, welche einen um das Drei- bis Vierfache kleineren Durchmesser haben.

Übrigens sind Bidder und Kupffer von der Ansicht Owsjannikow's zurückgekommen, indem sie bedeutende Schwankungen zwischen den Nervenzellen im Rückenmarke statuiren, von 0·030‴ — 0·008‴ im grössten Durchmesser[4]).

Diese Verschiedenheiten in der Grösse der Nervenzellen im Rückenmarke nun haben Jacubowitsch bestimmt, dieselben darnach in motorische, in Empfindungs- und sympathische

[1]) l. c. pag. 982.
[2]) l. c. pag. 32.
[3]) l. c. pag. 37.
[4]) l. c. pag. 30.

Zellen einzutheilen. Die Unstatthaftigkeit eines solchen Verfahrens hat Stilling[1]) bereits nachgewiesen. Ich hebe nur hervor: So wie die Angabe Jacubowitsch's, dass die grossen multipolaren Nervenzellen in der *medulla oblongata* gänzlich fehlen[2]), nicht geeignet ist, von vornherein eine gute Meinung für die übrigen Resultate seiner Forschungen beizubringen, so bricht Jacubowitsch dadurch, dass er erklärt[3]), er könne durchaus nicht dafür einstehen, dass die von ihm sogenannten Bewegungs- und Empfindungszellen nicht auch „andere functionelle Bedeutungen in sich beherbergen", seinen Benennungen selbst die Spitze ab, denn demnach könnte er nichts dagegen einwenden, wenn Jemand behaupten würde, die motorischen Zellen vermittelten in gleicher Weise die Empfindung und die Empfindungszellen die Bewegung! Was aber die sympathischen Zellen im Rückenmarke betrifft, so ist die Aufstellung derselben so kühn, dass man sich nicht versucht fühlt sie zu widerlegen.

Eine sehr interessante, hierher gehörige Stelle findet sich bei Schröder v. d. Kolk[4]). Er sagt: „Es ist sehr beachtenswerth, dass die Ganglienzellen für verschiedene Nerven sich in Form und Grösse auch von einander unterscheiden. Die Zellen des *Hypoglossus* unterscheiden sich von jenen des *Accessorius*, und diese wiederum von jenen des *Auditorius*, des *Vagus*, des *Trigeminus*, der Netzhaut, des *nervus cochlearis* u. s. w. Ebenso findet man ganz andere in den Oliven und in der grauen Substanz des *cerebellum*, und diese unterscheiden sich wieder von jenen des grossen Gehirnes." Allein hiebei ist zu bemerken, dass diese Unterschiede der Form und Grösse gar nicht näher angegeben sind.

In neuester Zeit fand Max. Schultze in den Scheiden der Ganglienkugeln einen Grund zur folgenden Eintheilung derselben. Er sagt[5]): *Itaque quatuor cellularum gangliosarum genera discerni licet, inter quae quidem, certe inter tria posteria, occurrunt quaedam transitorii, ut ita dicam generis:*

1. cellulae gangliosae nudae, quae sunt cerebri, medullae spinalis retinaeque;

2. cellulae neurolemmate instructae, quae sunt gangliorum sympathici vel potius omnium gangliorum periphericorum cellulis multipolaribus instructorum;

3. cellulae vagina praeditae medullari sine neurolemmate, quae sunt cellulae quaedam bipolares nervi acustici;

4. cellulae vagina medullari et neurilemmate ornatae, quae sunt cellulae bipolares gangliorum spinalium.

Eine solche Eintheilung der Ganglienzellen ist nach meinen Erfahrungen nicht zuzugeben, indem alle Ganglienzellen eine Scheide besitzen, man mithin nur Ganglienzellen unterscheiden könnte, welche von einem einfachen Neurilem, und solche, die von Neurilem und Markscheide umgeben sind. Wiewohl ich nun auch von einer Markscheide der Spinalganglienkugeln durchaus nicht überzeugt bin, das Verhalten der Nervenzellen im Gehörnerven aber nicht kenne, so hat selbst, falls sich in Spinalganglien und Gehörnerven jenes von Schultze beschriebene Verhalten der Scheiden vorfindet, eine darauf basirte Eintheilung der Nervenzellen, so wie die Eintheilungen derselben nach ihrer Form, nach ihrer Grösse, nach der Anzahl der von ihnen abgehenden Fortsätze, so wie auch andere Unter-

[1]) l. c. pag. 983.
[2]) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarks. 1857. pag. 2.
[3]) l. c. pag. 2, 3.
[4]) l. c. pag. 129.
[5]) Obs. de retinae struct. penit. 1859. pag. 22.

scheidungen, z. B. jene, welche sich auf die Dimensionen der von den Zellen abgehenden Fortsätze, auf die Pigmentirung der Zellen beziehen, nach meiner Ansicht schon desshalb keinen allzu grossen Werth, weil sie nicht auf die innere Structur, auf die Eigenschaften und den Bau der wesentlichen Theile der Zelle, des Inhaltes, des Kernes und Kernkörperchens Rücksicht nehmen. Es muss schon voraussichtlich klar sein, dass nur jene Eintheilung der Nervenzellen eine dauernde Berechtigung sich vindiciren kann, welche sich auf die verschiedenen Eigenschaften der einzelnen wesentlichen Bestandtheile der Zellen stützt, vorausgesetzt, dass zwischen verschiedenen Nervenzellen wirklich in dieser Hinsicht auffallende und constante Differenzen existiren. Und sie existiren wirklich. Es musste nur das Medium gefunden werden, durch dessen Hilfe diese Verschiedenheiten hervortreten. Die Untersuchung der Nervenelemente im frischen Zustande, die Härtung derselben in Chromsäure, chromsauerem Kali, in Alkohol u. s. f. ermöglichte es nicht, in Bezug auf die Eigenschaften ihrer Bestandtheile allgemeine Aufschlüsse zu erhalten, welche uns dargethan hätten, dass es bestimmte Nervenzellen gebe, deren Inhalt, deren Kern oder Kernkörperchen sich ganz verschieden verhalte, als der Inhalt, der Kern oder das Kernkörperchen anderer, eben so bestimmter Ganglienzellen. So konnte Jacubowitsch zwischen seinen Bewegungs- und Empfindungszellen in dieser Hinsicht gar keinen Unterschied finden. „Der Inhalt der motorischen Zellen selbst", sagt Jacubowitsch[1]), „wie auch der des Kernes und Kernkörperchens selbst unterscheidet sich, wenigstens mikroskopisch, durch Nichts von dem Inhalte der Empfindungszellen".

Das obengedachte Medium ist das karminsauere Ammoniak. Wenn Stilling Ganglienzellen sah, deren Inhalt, Kern und Kernkörperchen sich roth färbten, und andere, deren Inhalt sich färbte, während Kern- und Kernkörperchen allein ungefärbt blieben; wenn er ferner Nervenzellen abbildet, deren Inhalt ungefärbt ist bei gefärbten Kerngebilden: so hat er hiermit gänzlich verschiedene Arten von Ganglienzellen gesehen. Denn es ist nicht zu verstehen, dass der Einfluss des Farbstoffes auf dieselbe Art von Nervenzellen bei derselben Behandlung der Objecte einmal ein solcher sein sollte, dass Kern und Kernkörperchen gefärbt werden, und ein anderes Mal ein solcher, dass diese Gebilde ungefärbt bleiben. Wenn Kerne von Nervenzellen bald gefärbt, bald ungefärbt erscheinen, so beweist das eben, dass diese Kerne gänzlich von einander verschieden sind.

Stilling hat nun dieses zwar nicht anerkannt, dennoch aber sagt er[2]): „Es dürfte die Färbung manchen Beitrag zur Erkenntniss der Bedeutung der Nervenzellen, so wie ihrer einzelnen Theile und ihrer Functionen liefern, indem die so auffallende Imbibition des Nervenzellenparenchymes, mit Ausschluss des *nucleus* und *nucleolus*, in gewissen, mit aller Sicherheit von mir beobachteten Fällen einen wichtigen Fingerzeig für künftige Forschungen abgibt".

Um auf die Färbung der Nervenelemente eine Differentialdiagnose derselben zu stützen, war es vor Allem nothwendig, das centrale und periphere Nervensystem eines und desselben Thieres zu durchforschen, hierauf das Nervensystem anderer Thiere auf dieselbe Weise zu untersuchen und die bei den verschiedenen Thieren gewonnenen Resultate mit einander zu vergleichen.

---

[1]) l. c. pag. 22.
[2]) l. c. pag. 1041.

Auf diese Weise habe ich bis jetzt das centrale und periphere Nervensystem eines Wirbelthieres aus der Classe der Fische, des Hechtes nämlich, untersucht. Es war noch nicht thunlich, das centrale und periphere Nervensystem von Thieren aus allen übrigen Thierclassen in allen seinen Theilen auf diese Weise zu studiren, und ich habe mich desshalb hauptsächlich damit begnügt, die Resultate, die ich an den peripheren Ganglien dieser Thiere (des Kalbes, des Kaninchens, der Taube, des Frosches, der Schildkröte, der Forelle, des Hechtes) gewonnen, mit einander zu vergleichen und meine Unterscheidungsmerkmale darauf zu gründen.

Ehe ich die Besprechung der Sache selbst beginne, will ich nicht unerwähnt lassen, dass die von mir gewonnenen Resultate nur einen relativen und keinen absoluten Werth haben, in sofern wir überhaupt durch Untersuchung der Elemente des Nervensystems nach Härtung derselben in Chromsäure oder einem andern Medium, eben so wenig wie beim Zerzupfen von aus ihrem Zusammenhange genommenen Nerventheilen etwas über die Zusammensetzung der Nervenzelle und Nervenfaser im lebenden Zustande erfahren. Ich weiss nicht, ob Nervenzelle und Nervenfaser im lebenden Zustande sich eben so gegen Karmin verhalten und dieselben Unterschiede in dieser Beziehung darbieten, wie im todten Zustande. Es scheint vielmehr, wie aus Gerlach's Abhandlung über die Einwirkung von Farbstoff auf lebende Gewebe hervorgeht, dass der Farbstoff auf die lebenden Gewebe gar keine Wirkung habe: allein so viel kann ich als sicher hinstellen, dass, wenn wir auch nicht wissen, in welcher Weise sich die Nervenelemente im lebenden Zustande von einander unterscheiden, die Unterschiede, die sie nach dem Tode darbieten, von solcher Art und Beständigkeit sind, dass wir eben daraus auf ihre Verschiedenheit während des Lebens mit Sicherheit schliessen können.

III.

Im Centralnervensysteme des Hechtes kenne ich 4 wesentlich von einander verschiedene Arten von Nervenzellen, welche sich durch ihr Vorkommen an bestimmten Stellen und durch ihr verschiedenartiges Verhalten gegen Karmin auszeichnen.

Es kommen 1. Nervenzellen vor, welche sich gegen Karmin so verhalten, dass sich Inhalt, Kern und Kernkörperchen färben, und zwar so, dass das Kernkörperchen am intensivsten gefärbt erscheint, während sich der Kern weniger intensiv und der Inhalt am schwächsten färbt. Wiewohl ich über die feinste Elementarstructur der Nervenzelle weiter unten handle, so muss ich doch hier vorwegnehmen, dass der Kern dieser Zellen ein sehr dichtes Gefüge besitzt, nicht als eine Blase mit eingeschlossenem Inhalte erscheint, sondern als ein dichter Körper, welcher in seinem Innern ein noch dichter gefügtes Gebilde, das Kernkörperchen, einschliesst. Bei diesen Ganglienzellen ist desshalb, wenn sie gehörig infiltrirt sind, das Kernkörperchen nicht immer sichtbar; es wird von dem roth gefärbten Kerne, der es einschliesst, bisweilen gänzlich verdeckt.

Diese Ganglienzellen finden sich nur in den Vorderhörnern des Rückenmarkes, so wie in den Fortsetzungen derselben in die *medulla oblongata* und in den Hirnstamm. Fig. 1 stellt uns eine solche (bipolare) Ganglienzelle aus dem Hirnstamme bei 460facher Vergrösserung dar.

2. Eine zweite Art von Nervenzellen verhält sich in Bezug auf die Färbungsintensität ihrer Bestandtheile so, dass der Reihe nach das Kernkörperchen, dann der Inhalt und zuletzt

der Kern kommt. Sie unterscheiden sich auf den ersten Blick von den früheren einerseits dadurch, dass der Kern eine Blase mit eingeschlossenem körnigem Inhalte und sehr deutlichem Kernkörperchen darstellt, andererseits aber auch durch die angegebenen Färbungsdifferenzen ihrer Bestandtheile. Allerdings ist, wenn man auf dickeren Schnitten solche Ganglienzellen *in toto* zur Beobachtung hat, der Kern allseitig vom Inhalte der Art verdeckt, dass man seine eigentliche Färbung dem Inhalte gegenüber nicht erkennt und er in derselben mit letzterem ganz übereinzustimmen scheint. Allein auf dünnen Schnitten, welche auch die Ganglienzellen der Art getroffen haben, dass die Dicke des noch übrig gebliebenen Inhaltes mit der des Kernes ganz oder nahezu übereinstimmt, sieht man es deutlich, dass der Kern weniger intensiv gefärbt ist, als der Inhalt.

Bei scharfer Beobachtung und starken Vergrösserungen erkennt man auch den Grund dieser Erscheinung darin, dass der Inhalt des Kernes aus einer sich nicht färbenden gleichartigen Substanz besteht, in welcher Körner eingestreut sind, die sich roth färben. Da diese Körner aber in dem Kerne viel weniger dicht liegen, als im Inhalte, den sie allein bilden, so geht daraus hervor, dass der Kern im Ganzen genommen eine weniger intensiv rothe Färbung hat. Das Kernkörperchen, welches das dichteste Gefüge besitzt, hat auch entschieden die intensivste Färbung.

Ich muss hier auf eine Angabe Stilling's zurückkommen. Stilling erklärt, dass er die von Gerlach gefundenen Differenzen zwischen der Färbung der einzelnen Nervenzellenbestandtheile nicht bestätigen könne. Hätte Stilling den *sub* 1 beschriebenen Nervenzellen gleiche beobachtet, so hätte er eine solche Färbungsdifferenz unmöglich läugnen können, indem sie bei diesen Zellen allzu auffallend ist. Es wäre aber denkbar, dass Stilling solche Zellen sah, wie ich sie jetzt beschreibe, bei denen allerdings die Farbennüancen viel schwerer zu erkennen sind. Zugleich finde ich, während sich nach Stilling schon bei 360facher Vergrösserung keine Färbungdifferenz zwischen den Zellenbestandtheilen erkennen lassen soll, mit meinem Mikroskope die Differenz in der Färbung der Zellenbestandtheile bei den schwächsten, wie bei den stärksten (700 — 1000fachen) Vergrösserungen vollkommen gleich, wiewohl der Ton der Färbung bei den verschiedenen Vergrösserungen ein verschiedener (bei schwachen ein hellerer, bei starken ein dunklerer) ist.

Die genannten Ganglienzellen nun finden sich beim Hechte in den Vorderhörnern des Rückenmarkes, aber viel weniger zahlreich, als die *sub* 1 angeführten, welche letzteren die Hauptmasse der Ganglienzellen in den Vorderhörnern bilden. — Erstere bilden ferner die ganze Nervenzellenzone des kleinen Gehirnes. Wenn man durch das ganz kleine Gehirn in was immer für einem Durchmesser einen Durchschnitt macht, so erkennt man, dass dasselbe aus drei Schichten zusammengesetzt ist, die wie die Schalen einer Zwiebel einander einschliessen. Die innerste Schichte besteht aus einer Anhäufung einer unzähligen Masse von kleinen zelligen Gebilden, zwischen denen man mehr oder weniger gesammelte Nervenstränge an einzelnen Stellen durchtreten sieht. Auf diese Schichte folgt nach aussen, dieselbe wie ein Gürtel umgebend, eine zweite aus grossen Ganglienzellen bestehende, deren radiär verlaufende Fortsätze die äusserste dritte Schichte, die radiäre Faserschichte, zusammensetzen. Diese Ganglienkugeln des kleinen Gehirns sind nun sämmtlich von der Art, wie ich sie jetzt *sub* 2 beschrieben habe. An diesen Zellen habe ich noch folgendes Verhalten beobachtet. In einzelnen Fällen nämlich haben sich die Körner, die sich im Kerne finden, von der Wandung des Kernes zurückgezogen und um das Kernkörperchen angehäuft. Dadurch erscheint

der Kern in seiner äusseren Peripherie vollkommen ungefärbt, weiss. Man sieht an dieser Stelle nur die sich gegenüberstehenden Wandungen des Kernes, die sich nicht färben. S. Fig. 2.

3. Zur dritten höchst merkwürdigen, durch ihr beschränktes Vorkommen und durch ihr Verhalten gegen Karmin gleich ausgezeichneten Art von Nervenzellen gehören jene, welche im obersten Theile des Rückenmarkes in der centralen grauen Substanz auftreten und sich in das verlängerte Mark und den Hirnstamm fortsetzen. Es sind das jene Zellen, welche ich in meiner vorläufigen Mittheilung über den Bau des Rückenmarkes der Fische[1]) zuerst mit den Worten angebe:

„Im obersten Theile des Rückenmarkes tritt eine eigenthümliche Lagerungstelle grosser Ganglienkugeln auf. Es findet sich da nämlich auch in der sogenannten *substantia gelatinosa centralis* jederseits neben und hinter dem Centralcanale eine Gruppe solcher Ganglienkugeln vor."

Alle diese hier liegenden Zellen verhalten sich gegen Karmin so, dass Inhalt und Kernkörperchen sich färben, während der Kern ungefärbt weiss bleibt. Es ist ein wahrhaft überraschender Anblick, wenn man einen sehr dünnen und schön infiltrirten Querschnitt aus dem obersten Theile des Rückenmarkes bei schwacher Vergrösserung betrachtet, so dass die vor und hinter dem Centralcanale gelegenen Ganglienzellengruppen in das Bereich des Sehfeldes fallen. Man sieht da, wie alle die hinter und neben dem Centralcanale gelegenen grossen Ganglienzellen sich durch ihren weissen Kern mit dem eingeschlossenen rothen Kernkörperchen vollkommen scharf abgrenzen gegen die in den grauen Vorderhörnern gelegenen Nervenzellen, welche, da sie zum allergrössten Theile zu den *sub* 1 beschriebenen gehören, einen tief roth gefärbten Kern besitzen. Ich habe nur selten in den Vorderhörnern eine Nervenzelle gesehen, deren lichter Kern mich hätte bestimmen können, sie zu dieser Art von Nervenzellen zu rechnen, niemals aber in dieser Ganglienzellengruppe hinter dem Centralcanale eine Zelle mit roth gefärbtem Kerne beobachtet. Allerdings muss man, um sich hiervon zu überzeugen, die feinsten Durchschnitte machen, so dass die Ganglienkugeln nicht *in toto*, sondern nur feine Durchschnitte derselben vorliegen. Denn wiewohl man auch den weissen Kern erkennt, wenn er ringsum von dem roth gefärbten Inhalte verdeckt wird, so kommt man doch zur klaren wirklichen Anschauung der Dinge nur auf Schnitten, wo die Kerne der Ganglienzellen weder nach unten, noch nach oben vom Inhalte bedeckt werden. Was die Differenz der Färbungsintensität zwischen Kernkörperchen und Inhalt betrifft, so ist das Kernkörperchen intensiver gefärbt, was in der grösseren Dichtigkeit seines Gefüges begründet ist.

Diese Nervenzellen finden sich im Centralnervensystem des Hechtes ausschliesslich an der oben bezeichneten Stelle, also in jenen Ganglienzellencolonnen, welche im obersten Theile des Rückenmarkes neben und hinter dem Centralcanale beginnen und nach aufwärts durch die *medulla oblongata* in den Hirnstamm aufsteigen.

Fig. 3 und 4. Zwei solche Ganglienzellen, 460fach vergrössert.

4. Die vierte Art von Nervenzellen endlich, ebenfalls durch ihr Verhalten gegen Karmin sehr ausgezeichnet, findet sich im Rückenmarke gar nicht vor, sondern nur im Gehirne, und zwar gehören sämmtliche Ganglienzellen, welche die grossen Hirnhemisphären zusammensetzen, zu dieser Gruppe. Der Inhalt dieser Nervenzellen ist gegen die Aufnahme des Farb-

[1]) Sitzungsbericht der kais. Akademie. 34. Band.

stoffes vollkommen unempfänglich, er bleibt vollkommen weiss, während der Kern, welcher ebenfalls der Einwirkung des Farbstoffes lange Zeit widersteht, sich endlich roth färbt. Ein eigentliches Kernkörperchen habe ich bei diesen Ganglienzellen nie wahrgenommen.

Fig. 5 stellt uns eine solche Zelle, 720fach vergrössert, dar.

Schon eine einfache Betrachtung der naturgetreuen Abbildungen dieser genannten Zellenarten kann wohl keinen Zweifel mehr darüber übrig lassen, dass diese vier Arten von Zellen in ihrem histologischen Baue wirklich gänzlich von einander verschieden sind, und der Umstand, dass sie zugleich an bestimmte, beschränkte Standorte gebunden sind, spricht eben so laut dafür, dass mit ihrem verschiedenen anatomischen Baue sich eine verschiedene physiologische Bedeutung verbindet. Diese gänzlich zu ergründen, davon sind wir allerdings noch sehr weit entfernt. Nur so viel ist gewiss: Die in den grauen Vorderhörnern gelegenen, namentlich die *sub* 1 angeführten Ganglienzellen schicken Fortsätze ab, welche in Fasern der vordern motorischen Wurzel übergehen, und es ist mir überhaupt nicht zweifelhaft, dass alle Fasern der vordern motorischen Wurzel aus diesen Zellen ihren Ursprung nehmen.

Eben so habe ich Fortsätze der *sub* 3 beschriebenen Zellen zahlreich gegen die Austrittsstelle der hintern Wurzel hin verlaufen gesehen, und da ich auch den directen Übergang dieser Fortsätze in markhaltige Fasern der hintern Wurzel beobachtet habe, so entfällt jeder Zweifel darüber, dass es in Wahrheit sensitive Zellen sind.

Es stehen demnach in jedem Falle die *sub* 1 angeführten Nervenzellen zur Bewegungssphäre, die *sub* 3 beschriebenen, mit dem weissen Kerne ausgezeichneten Zellen zur Empfindungssphäre des Rückenmarkes in einer innigen Beziehung.

Um etwas Näheres über die Bestimmung der weissen Zellen in den Grosshirnhemisphären anzugeben, dazu fehlen mir alle positiven Anhaltspunkte. Aus dem Grunde jedoch, dass diese Zellen im Rückenmarke gänzlich fehlen, die Grosshirnhemisphären aber ausschliesslich mit ihnen angefüllt sind, liegt der Schluss nahe, dass sie irgend welchen psychischen Thätigkeiten vorstehen.

Ich habe jetzt verschiedene Arten von Nervenzellen beschrieben, wie ich sie im Centralnervensysteme des Hechtes vorgefunden, und habe mich veranlasst gesehen mit ihren verschiedenen anatomischen Baue eine verschiedene physiologische Bedeutung zu verbinden. Es ist unbestreitbar, dass im Centralnervensysteme des Hechtes die Ganglienzellen mit tiefroth gefärbtem Kerne und Kernkörperchen zur Motilitätssphäre, die mit weissem Kerne versehenen zur Sensibilitätssphäre in enger Beziehung stehen und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Nervenzellen mit ungefärbtem Inhalte, die im Rückenmarke gänzlich fehlen, psychische Thätigkeiten vermitteln. Ich beschränke aber vorläufig alle diese Angaben auf das Centralnervensystem des Hechtes; ich will nicht behaupten, dass Ganglienzellen mit oben angeführten Attributen, wenn sich solche im Nervensysteme anderer Thiere finden, die gleichen physiologischen Bedeutungen, wie beim Hechte, zu vindiciren seien. Ich mache hier übrigens namentlich darauf aufmerksam, bei der Beobachtung von Nervenzellen mit ungefärbtem Inhalte vorsichtig zu sein, indem sich nicht allzu selten Zellen darbieten, deren Inhalt ungefärbt zu sein scheint, bei denen man aber den Grund hiervon darin zu suchen hat, dass sich der Inhalt von der Scheide allerseits zurückzog, wodurch der zwischen Scheide und Inhalt entstandene farblose Raum das Bild eines ungefärbten Zelleninhaltes darbietet.

So viel über die Nervenzellen im Centralorgane des Hechtes. Ich habe oben angeführt, dass ich ausser dem Centralnervensysteme des Hechtes noch die peripherischen Ganglien

dieses Thieres, so wie mehrerer anderer Thiere aus den verschiedenen Classen meiner Untersuchung unterzog. Ich habe hierbei vorzugsweise die *Trigeminus*- und *Vagus*-Ganglien studirt und zwar auf sehr feinen Durchschnitten, die ich durch die Ganglien in verschiedenen Richtungen legte. Dies ist der einzige Weg, um über die Färbung des Kerns und Kernkörperchens deutliche Aufschlüsse zu erhalten. Denn, wenn man die ganzen Ganglienkugeln isolirt und mit Karmin infiltrirt, so umgibt der Inhalt, der in allen Fällen roth gefärbt wird, die Kerngebilde derartig, dass man über ihre eigentliche Färbung nichts erfährt. Es hat sich hierbei gezeigt, dass die Ganglienkugeln in den peripherischen Ganglien eines und desselben Thieres alle von Einer Art sind, und dass sich mit Hilfe der Karmininfiltration zwischen den peripherischen Ganglienkugeln einzelner Thiere sehr bedeutende Unterschiede nachweisen lassen, während andere Thiere in dieser Hinsicht nur unbedeutende Differenzen darbieten. Alle diese Differenzen aber beziehen sich auf die Färbung und den Bau des Kernes und Kernkerpörchens, während der Inhalt bei allen mir bekannten peripheren Ganglienkugeln sich gleich verhält, nämlich sich roth färbt.

Die peripherischen Ganglienkugeln des Hechtes sind ausgezeichnet durch einen weissen Kern, und da es von diesen Zellen keinem Zweifel unterliegt, dass sie mit sensiblen Fasern in Verbindung stehen, so wird die Annahme, dass auch die im Centralnervensysteme sich vorfindlichen, mit einem weissen Kerne versehenen Zellen der Sensibilität vorstehen, hierdurch gewichtig gestützt.

Sehr ähnlich diesen Zellen sind jene, welche bei der Forelle, beim Kaninchen und eben so bei der Taube im *ganglion Gasseri* und *ganglion jugulare* vorkommen. Auf feinen Durchschnitten sind die in Rede stehenden Ganglienzellen des Hechtes und des Kaninchens einerseits, von denen der Forelle und der Taube andererseits für den Geübten nicht schwer zu unterscheiden, weil man im Kerne der beiden ersteren höchst selten ein Kernkörperchen erkennt, dasselbe aber im Kerne der beiden letzteren Zellen gewöhnlich sichtbar ist. Die Ganglienzellen des Hechtes unterscheiden sich nun wiederum von denen des Kaninchens dadurch, dass sich im Kerne der letzteren in der Regel keine weiteren Formelemente offenbaren, während im Kerne der Hechtganglienkugeln fast immer rothe, körnige, häufig ausgezeichnet bläschenförmige Gebilde sich zeigen.

Die Ganglienzellen der Forelle und Taube unterscheide ich dadurch, dass bei den ersteren das Kernkörperchen äusserst deutlich, in seiner Intensität die des Inhaltes deutlich übertreffend, excentrisch in der Regel, von keinen körnigen Gebilden unmittelbar umgeben ist, während bei der Taube das ebenfalls oft deutliche Kernkörperchen meist central gelegen, von körnigen Gebilden unmittelbar umgeben ist.

Ich habe beim Kaninchen auch die Zellen des *Sympathicus* auf Durchschnitten untersucht und gesehen, dass sich dieselben in nichts von denen aus dem *Trigeminus*- oder *Vagus*-Ganglion dieses Thieres unterscheiden.

Fig. 6 stellt eine Ganglienzelle aus dem *ganglion vagi* des Hechtes, Fig. 7 eine aus dem *Sympathicus* des Kaninchens, 460fach vergrössert, dar.

Von den vorhergehenden, wie von den nachfolgenden ausgezeichnet sind die Ganglienzellen in den peripherischen Ganglien des Kalbes. Der Kern derselben ist roth und zwar intensiver als der Inhalt, aber weniger intensiv als das Kernkörperchen gefärbt. Die Färbungsdifferenz zwischen Kernkörperchen, Kern und Inhalt ist bei diesen Ganglienkugeln so hervorstechend, dass ich sie zur Beobachtung dieser Differenz besonders empfehle.

Ein ganz anderes und sehr bestimmtes Bild bieten die Ganglienkugeln aus den peripheren Ganglien der Schildkröte *(Emys europaea)* dar. Der Inhalt ist gefärbt, der Kern im Ganzen genommen weiss, zeigt eigenthümliche, faserähnliche Theile, das bläschenförmige Kernkörperchen ist durch ein in seinem Innern eingeschlossenes constantes, sich roth färbendes Gebilde, das ich *Nucleololus* nennen will, ganz besonders charakterisirt. Fig. 11.

Die peripheren Ganglienkugeln des Frosches zeigen in ihrem weissen Kerne Reihen eigenthümlicher, ausgezeichnet roth gefärbter Körner, die sie von allen übrigen beschriebenen Zellen unterscheiden. Fig. 13.

Ich habe bis jetzt nur die genannten Thiere: Hecht, Forelle, Frosch, Schildkröte, Taube, Kalb und Kaninchen untersucht. Ich habe hier auch nur die augenfälligsten Differenzen zwischen ihren peripheren Ganglienzellen angeführt. Eine nähere Beschreibung ihrer elementaren Zusammensetzung werde ich weiter unten zu geben versuchen.

Alle diese Differenzen sind so bedeutend, dass es mit Leichtigkeit gelingt, auf sehr dünnen, in Karmin infiltrirten Schnitten die Ganglienkugeln des Kalbes, des Frosches, der Forelle, der Schildkröte, des Hechtes, der Taube von einander zu unterscheiden, in Wahrheit ein grosser Triumph der Karmininfiltrationsmethode.

Es wird keine weiteren Schwierigkeiten haben, die Ganglienkugeln anderer Thiere auf diese Weise zu untersuchen und zu erforschen, in wie fern sie in ihrem Verhalten gegen Karmin mit den Ganglienkugeln eines der genannten Thiere übereinstimmen, oder in wie weit sie sich durch eigene Unterscheidungsmerkmale von den von mir untersuchten aus- und kennzeichnen.

IV.

Nach unserer oben niedergelegten Meinung haben wir kein Recht, fortsatzlose Nervenzellen anzunehmen.

Ich habe hier nun die Resultate ausführlicher zu behandeln, die ich über die Anzahl der von den Nervenzellen abgehenden Fortsätze, über die Richtung ihres Verlaufes und ihre endliche Bestimmung im Fischrückenmarke gewonnen, und welche ich bereits zum Theile in meiner vorläufigen Mittheilung über den Bau des Fischrückenmarkes[1]) veröffentlicht habe.

Die grösste Zahl der dicken Fortsätze, welche von einer Nervenzelle abgehen können, ist noch nicht auf eine bestimmte Ziffer festgestellt. Kölliker sagt[2]), dass viele Nervenzellen in 2, 3 bis 8 und noch mehr Fortsätze auslaufen, ohne aber ein Maximum anzugeben. R. Wagner[3]) lässt bis 20 Fortsätze von einer Nervenzelle abgehen. Stilling[4]) hat bei „Menschen und Säugethieren in wiederholten Fällen an einzelnen Nervenzellen 2 und mehr bis zu 8 dicken Fortsätzen ganz unzweideutig gefunden". Dass die Zahl der Fortsätze der multipolaren Zellen im Rückenmarke 8 erreicht, gibt auch Jacubowitsch[5]) an. Schröder v. d. Kolk zeichnet Nervenzellen mit 9 deutlichen Fortsätzen.

Den Angaben dieser Forscher, welche die Zahl der Nervenzellenfortsätze nicht auf eine bestimmte Ziffer beschränken, welche aber sämmtlich acht Fortsätze von Nervenzellen haben

[1]) Sitzungsbericht der kais. Akademie. 34. Band.
[2]) l. c. pag. 96.
[3]) Neurologische Untersuchungen 1854. pag. 163.
[4]) l. c. pag. 913.
[5]) l. c. pag. 2.

entspringen gesehen, stehen die Resultate gegenüber, welche Bidder und seine Schüler in diesem Punkte fanden.

Bidder und Kupffer geben in ihrem gemeinschaftlichen Rückenmarkswerke an[1]), dass sie die Zahl der Nervenzellenfortsätze auf dem Rückenmarksquerschnitte nie über fünf haben hinausgehen gesehen, eine Angabe, die schon desshalb auffallend ist, weil Bidder's Schüler Metzler kurze Zeit vorher im Vogelrückenmarke, wenn auch nicht häufig, Nervenzellen mit sechs Fortsätzen beobachtete[2]).

Für das Fischrückenmark erklärt Owsjannikow, dass er von den Nervenzellen in der Ebene des Querschnittes 3, und in aufsteigender Richtung 1 Fortsatz habe abgehen gesehen. Ob die Zellen aber mehr als 4 Fortsätze entsenden, auf diese Frage weiss Owsjannikow nichts Bestimmtes zu erwiedern[3]).

Ich kann sie dahin beantworten, dass die Zahl der Fortsätze, welche die Nervenzellen im Fischrückenmarke auf dem Querschnitte darbieten, die Zahl 3 häufig genug übersteigt. Ich habe Nervenzellen mit 4, 5 — 7 in einer Ebene abgehenden Fortsätzen beim Hechte gesehen. Mehr als 7 Fortsätze sah ich noch keine Nervenzelle im Fischrückenmarke in einer Ebene absenden. Stilling sah dagegen bei *Petromyzon* kolossale Nervenzellen in den grauen Vorderhörnern mit 9 Fortsätzen[4]).

Dass aber die Zahl der Zellenfortsätze, die von einer Zelle wahrscheinlicher Weise abgehen, nicht auf diese Ziffern zu beschränken sei, darin stimme ich mit Metzler und Stilling ganz überein.

Metzler, welcher bei Vögeln 6 Fortsätze als grösste Anzahl von einer Nervenzelle abgehen sah, sagt[5]): „*Ceterum, quantum mea fert opinio, major processuum numerus pro normali videtur habendus esse*". Stilling[6]) theilt die gleiche Ansicht, und zwar, wie Metzler, aus dem Grunde, weil auf dünnen Rückenmarksschnitten nur ein Theil der Nervenzelle und nur die in einer (der Schnitt-) Ebene abgehenden Fortsätze derselben zur Beobachtung kommen, es aber unbegründet wäre, annehmen zu wollen, dass die Nervenzellen in andere Ebenen keine Fortsätze entsenden.

Stilling ist es aus diesem Grunde sogar wahrscheinlich, „dass Nervenzellen, welche in einer und derselben Ebene 6, 8 — 10 dicke Fortsätze zeigen, wenigstens eine noch einmal so grosse Anzahl dicker Fortsätze entsenden, welche nicht zur Beobachtung kommen". Demnach würde Stilling solchen Zellen wenigstens 30 Fortsätze vindiciren. Ob eine solche Vorstellung in der Natur der Sache begründet ist oder nicht, darüber fälle ich kein Urtheil. Es wird schwerlich gelingen, diesen Punkt vollkommen ins Klare zu bringen. Nur so viel ist gewiss, dass die Angabe Bidder's und Kupffer's, dass man nicht mehr als 5 Fortsätze von einer Nervenzelle abgehen sehen könne, unrichtig ist, und dass man für die Nervenzellen in jedem Falle eine grössere Anzahl von Fortsätzen statuiren müsse, als es bisher gelungen ist direct zu beobachten.

Eben so, wie die Angaben der Dorpater Forscher über die Zahl der von den Nervenzellen abgehenden Fortsätze unhaltbar sind, so sind auch die Resultate, die sie über die

[1]) l. c. pag. 55.
[2]) l. c. pag. 31.
[3]) l. c. pag. 31.
[4]) l. c. pag. 852.
[5]) l. c. pag. 31.
[6]) l. c. pag. 915.

Richtung und den Verlauf, so wie über die endliche Bestimmung der Zellenfortsätze fanden, nur theilweise richtig. Es ist bekannt, dass Bidder und seine Schüler jedem Fortsatze einer jeden Nervenzelle im Rückenmarke aller Thierclassen eine ganz bestimmte Verlaufsrichtung dictirten, während es Keinem der Früheren oder Späteren, die sich mit der mikroskopischen Zusammensetzung des Centralorgans beschäftigten, gelungen ist, das unwandelbare Naturgesetz, nach welchem die im dichten Gewirre verschlungenen Zellenfortsätze des Rückenmarkes verlaufen, zu enthüllen.

Es ist bekannt, dass Bidder und seine Schüler das Gesetz aufgefunden haben wollten, dass von den fünf Fortsätzen, die sie allen Nervenzellen des Rückenmarkes aller Thiere zuschreiben, der eine zu einer Faser der vordern Wurzel, ein zweiter zu einer Faser der hintern Wurzel werde, dass ein dritter Fortsatz, der durch die vordere Commissur hindurchgeht, zur Verbindung zweier in den entgegengesetzten Rückenmarkshälften gelegenen Nervenzellen diene, ein vierter zwei Nervenzellen derselben Rückenmarkshälfte verbinde, und ein fünfter in eine Längsfaser des Rückenmarkes übergehend, zum Gehirne aufsteige.

Namentlich sollten die niederen Wirbelthiere, und ganz vorzüglich die Fische die meisten dieser Verhältnisse aufs Deutlichste zeigen, und wahrlich! wenn man Owsjannikow's Abhandlung liest und seine Abbildungen sieht, so muss Dem, der nicht selbst untersucht hat, ein Zweifel gegen diese klaren, durch ihre Einfachheit überraschenden und bestechenden Resultate kühn erscheinen. Ich aber habe selbst untersucht. Nachdem ich mich gar bald überzeugt, dass der Bau des Rückenmarkes ein viel complicirterer ist, als es Owsjannikow angibt, so wie dass er bei verschiedenen Fischen ein verschiedener ist, suchte ich zuerst denselben an einem Fische zu ergründen. Ich habe hierzu den Hecht, der sich in vielen Hinsichten (zur Beobachtung der Nervenzellen und ihrer Fortsätze, zur Verfolgung der Nervenbahnen, der Commissurenfasern etc.) sehr geeignet erwies, ausgewählt, aber ich muss gestehen, dass ich noch lange keine klare Einsicht in den Bau des Rückenmarkes dieses Thieres besitze. Ich hoffe allerdings durch fortgesetzte Studien noch viele Aufschlüsse über eine Reihe dunkler Punkte zu erlangen, aber den Bau des Rückenmarkes selbst dieses niedrigen Wirbelthieres gänzlich zu erforschen, verzweifle ich geradezu.

Das, was ich über den Verlauf und die Bestimmung der Zellenfortsätze im Hechtrückenmarke bis jetzt herausgebracht habe, ist:

Schon aus dem Umstande, dass nicht gerade 3 Fortsätze auf dem Querschnitte des Rückenmarkes von den Nervenzellen abgehend beobachtet werden, sondern dass man eben so oft nur uni- oder bipolare Zellen sieht, in selteneren Fällen aber die Nervenzellen bis 7 Fortsätze absenden, erhellt, dass die Richtung der Fortsätze nicht die ausschliesslich von Owsjannikow angegebene sein kann. Man kann sagen, dass die Fortsätze der Ganglienzellen in den verschiedensten Richtungen nach innen und aussen, vorn und hinten verlaufen. So z. B. gehen von einer Nervenzelle aus der Mitte des Hechtrückenmarkes, welche 7 Fortsätze abschickt, 2 derselben nach vorn und aussen, 1 quer nach aussen und 4 nach rückwärts, von welchen letzteren 2 nach aussen, die anderen 2 mehr nach innen treten.

Über die endliche Bestimmung der einzelnen Fortsätze gilt Folgendes:

Niemals habe ich je eine Ganglienzelle der einen Rückenmarkshälfte mit einer andern der entgegengesetzten Seite durch einen Fortsatz verbunden gesehen, wiewohl ausser Owsjannikow auch Bidder und Kupffer angeben[1]), dass sich ihnen dieses Verhältniss

[1]) l. c. pag. 91.

„bei niederen Wirbelthieren wenigstens auf dem Querschnitte oft und mit aller Deutlichkeit dargeboten hat". In einer solchen Angabe aber sind die Dorpater vereinzelt stehen geblieben. Ich wüsste nicht, dass es noch irgend einem andern Forscher geglückt wäre, ein solches Verhältniss direct zu beobachten. Welche Bestimmung die von den Nervenzellen nach innen verlaufenden Fortsätze, welche nach Owsjannikow jene Zellenverbindung herstellen sollen, haben, werde ich weiter unten angeben.

Den Zusammenhang der Nervenzellen derselben Rückenmarkshälfte durch dicke Fortsätze anlangend, muss zuerst darauf aufmerksam gemacht werden, dass in dieser Hinsicht noch sehr bedeutende Meinungsverschiedenheiten zwischen den verschiedenen Mikroskopikern existiren. Die Einen sehen eine solche Verbindung der Nervenzellen im ausgedehntesten Masse, so u. A. Schröder v. d. Kolk, R. Wagner, Bidder und Kupffer, v. Lenhossék und Stilling. — Schröder v. d. Kolk sagt[1]): „Was den Zusammenhang der multipolaren Ganglienzellen unter einander durch ihre Verbindungsfasern anlangt, so habe ich mich von deren Anwesenheit in einer grossen Menge Präparate auf's Vollständigste überzeugt, und ich darf hoffen, auch der Ungläubigste werde durch diese meine Präparate zur nämlichen Überzeugung gelangen". Schöne Abbildungen mit zahlreichen Nervenzellenanastomosen erläutern diese Angaben.

Bei Bidder und Kupffer heisst es hierüber[2]): „Beispiele solcher Commissuren und Brücken zwischen benachbarten Zellen bietet fast jedes Rückenmarkssegment dar, so dass ich nicht begreife, wie dieselben der Beobachtung jemals haben entgehen können". Da dieser Ausspruch für das Rückenmark aller Thierclassen gilt, so muss es Kupffer selbst wenigstens begreifen, da er kurze Zeit vorher am Froschrückenmarke eine solche Verbindung niemals sah[3]).

Lenhossék[4]) gibt an, dass „die Ganglienkugelnfortsätze nicht nur in sofern sie Ganglienzellen einer Ordnung betreffen, sondern auch wechselseitig mit jenen der andern Ordnung auf's Mannigfaltigste anastomosiren und dadurch die Ganglienzellen von der äussersten Spitze des *Conus medullaris* bis in die innersten Gebilde des Gehirnes hinein in allseitige kettenartige Verbindung bringen".

Stilling endlich erklärt, dass „nach seinen Beobachtungen der Zusammenhang benachbarter Nervenzellen durch dicke Fortsätze in der grauen Rückenmarkssubstanz sämmtlicher Thierclassen als unbezweifelbare Thatsache betrachtet werden müsse"[5]).

In sonderbarem Widerspruche mit den Beobachtungen der genannten Forscher stehen die Angaben anderer, welchen es nicht gelungen ist, solche Nervenzellenanastomosen zu sehen. Ich hebe unter diesen vorzugsweise Kölliker hervor. „Manche beschreiben Anastomosen", sagt Kölliker[6]), „und sehen solche, wo andere durchaus nichts Bestimmtes finden, und könnte ich mehrere vielgenannte Autoren namhaft machen, die mir solche Verbindungen zeigten, die ich nicht anerkennen konnte. Obschon ich noch keine Anastomosen gesehen habe, so will ich dieselben doch nicht bezweifeln, doch muss ich auch hier wieder

---

[1]) l. c. pag. 32.
[2]) l. c. pag. 63.
[3]) l. c. pag. 30.
[4]) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. 2. Auflage 1858.
[5]) l. c. pag. 942.
[6]) l. c. pag. 296.

mit aller Entschiedenheit behaupten, dass Niemand berechtigt ist, aus einzelnen Beobachtungen weitere allgemeine Sätze abzuleiten".

Bei Fischen konnte Owsjannikow[1]) auch keine solchen Nervenzellen-Anastomosen direct beobachten. „*Num in utroque medullae spinalis dimidio cellulae inter se fibris conjungentibus cohaereant id quod non solum perquam verosimile, verum etiam ratione physiologica omnino necessarium videtur, ad hanc quaestionem adhuc nihil certi est quod respondeamus*".

Es ist gewiss, dass im menschlichen Rückenmarke solche Nervenzellen-Anastomosen existiren. Ich habe sie namentlich an Lenhossék's trefflichen Präparaten in schönster Weise gesehen, und es ist Kölliker's Ausspruch, dass die Abbildung, welche Lenhossék von solchen Anastomosen gibt, „wegen der Zahl der gezeichneten Anastomosen im höchsten Grade das Misstrauen erregt" [2]), gänzlich ungerechtfertigt, da man sich leicht bei der Betrachtung der Präparate von der Richtigkeit der Abbildungen überzeugen kann.

Allein bei Fischen habe ich, wiewohl ich die Zellenfortsätze auf Rückenmarksquerschnitten auf sehr weite Strecken, durch das ganze Rückenmark hindurch verfolgt habe, nicht nur nie eine auffallende Zellenanastomose gesehen, sondern auch nicht einmal Bilder beobachtet, welche auf eine solche hätten schliessen lassen. Übrigens wurde im Fischrückenmarke überhaupt noch niemals eine solche Beobachtung gemacht. Bidder und Kupffer geben allerdings das Vorkommen der Nervenzellen-Anastomosen ganz allgemein, also für alle Wirbelthierclassen, an; ich zweifle aber, dass sie sie direct bei Fischen gesehen haben. Und so wie ich einerseits Stilling's Ausspruche, dass bei der Entscheidung der vorliegenden Frage Eine positive Thatsache Tausende von negativen widerlegt, vollkommen beistimme, so halte ich doch dafür, dass seine Angabe, es müsse der Zusammenhang benachbarter Nervenzellen durch dicke Fortsätze in der grauen Rückenmarkssubstanz sämmtlicher Thierclassen, also auch der Fische als unbezweifelbare Thatsache betrachtet werden, vorläufig nicht ganz begründet ist, weil eben bis jetzt im Fischrückenmarke keine solche directe Zellenverbindung beobachtet wurde, es aber sehr gewagt wäre, von dem Verhalten der Nervenzellen im Rückenmarke der höchst organisirten Thiere und des Menschen auf das Verhalten derselben im Fischrückenmarke zu schliessen. Owsjannikow's Angabe, welcher bei *Petromyzon* die Verbindung zweier Zellen einmal zu sehen glaubte: *Semel tantum ejusmodi ramulum (cellulae fusiformis) quintum cum cellulae rotundae ramulo conjungi animadvertisse videbamur* [3]), kann füglich ganz unberücksichtigt gelassen werden.

Sämmtliche Nervenzellenfortsätze, welche ich im Fischrückenmarke verfolgen konnte, verliefen entweder, meistens indem sie sich theilten, aber ohne in feinste Fasern zu zerfallen, bis zur Peripherie des Rückenmarkes, wo ich über ihr letztes Ende gar nichts Bestimmtes weiss, oder sie gingen in Nervenprimitivfasern über.

Die Theilung der Nervenzellenfortsätze im Rückenmarke ist eine von den meisten Forschern zugegebene und beobachtete Thatsache. Auch R. Wagner, welcher 1854 die Nervenzellenfortsätze sämmtlich in Nervenprimitivfasern übergehen oder zur Verbindung benachbarter Ganglienzellen dienen liess, und keine sich verästelnden, freien Ausläufer der Zellen annahm, ist jetzt von dieser seiner Ansicht zurückgekommen. Er sagt in seinen kritischen und

[1]) l. c. pag. 31.
[2]) l. c. pag. 296.
[3]) l. c. pag. 20.

experimentellen Untersuchungen über die Functionen des Gehirnes (Göttinger Nachrichten pag. 80) im Jahre 1859:

„Die multipolaren Ganglienzellen der Centraltheile geben theils (meist nicht ramificirte) Fortsätze ab, welche in genuine Primitivfasern oder Commissurenfasern übergehen, theils (und zwar in Mehrzahl) ramificirte Fortsätze, welche aus der diffusen molecularen grauen Substanz unmittelbar entspringen und hier im innigsten Contact mit den Blutgefässen stehen."

Vor Allen aber läugnen die Theilung der Fortsätze Bidder und einige seiner Schüler. Owsjannikow sagt zwar von den Fortsätzen der im Verlaufe der Müller'schen Fasern bei *Petromyzon* eingeschalteten bipolaren runden Ganglienzellen: *Quibus e medulla spinali exemptis, duos illos, quos diximus, ramulos, in permultas fibras minutissimas diffindi apparet*[1]); er kann aber nicht umhin zu erklären, „*ramulos diffissos arte producta esse*" [2]).

Kupffer läugnet im Froschrückenmarke eine Zuspitzung oder freie Endigung der Zellenfortsätze, wie sie Kölliker angibt, oder eine Theilung derselben in feinste Fibrillen gesehen zu haben[3]). Und wiewohl Metzler die Theilung der Nervenzellenfortsätze im Vogelrückenmarke als etwas Häufiges bezeichnet, *Saepe fit, ut processus .... in plures ramos dividantur*[4]), läugnen Bidder und Kupffer in ihrer gemeinsamen Arbeit die Theilung der Nervenzellenfortsätze für alle Thierclassen gänzlich.

Bidder und Kupffer sagen[5]), dass sie die von Kölliker hervorgehobene Theilung, Verzweigung und fortgehende Verästelung der Fortsätze theils für ein Kunstproduct, theils für das Resultat der Verwechselung von Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern mit Nervenzellen und deren Fortsätzen halten müssen!

Sie fahren fort, dass „ihnen allerdings diese Formen bekannt wären, dass sie sie aber nur an Präparaten, die aus frischem Rückenmarke durch Ausbreitung seiner grauen Masse mit Nadeln gewonnen wurden, und auch hier keineswegs bei allen Zellen und allen Fortsätzen derselben fanden".

„Nie sind uns dagegen", heisst es weiter, „solche Theilungen an Chromsäurepräparaten begegnet; hier läuft jeder von einer Nervenzelle ausgehende Fortsatz, obgleich er bei diesem Abgange wohl mit seinem Nachbar zusammenstossen und dadurch der Zelle eine gestreckte Form ertheilen kann — und selbst dann, wenn er sich durch die ganze Dicke des Rückenmarkes verfolgen lässt, immer ungetheilt und ungeschmälert weiter."

Diese Angabe nun ist absolut unrichtig. An meinen Chromsäure-Karminpräparaten aus dem Fischrückenmarke kann sich Jeder mit grösster Leichtigkeit überzeugen, dass es Zellenfortsätze gibt, die sich dicho- oder trichotomisch theilen und sich dabei verschmälern.

Jene Zellenfortsätze nämlich, welche nicht in Nervenprimitivfasern der vordern oder hintern Wurzel oder in Längsfasern des Rückenmarkes übergehen, also solche, welche ihrer Richtung nach, nach vorn und aussen und quer nach aussen verlaufen, auch ein Theil jener, die nach hinten und aussen ziehen (ein anderer Theil dieser letzteren geht mit aller Wahrscheinlichkeit in Fasern der hintern Wurzel über) verlaufen allerdings einestheils ungetheilt

---

1) l. c. pag. 19.
2) l. c. pag. 33.
3) De medullae spin. textura in ranis. Dorpati 1854. pag. 21.
4) l. c. pag. 34.
5) l. c. pag. 59.

(oder wenigstens, ohne dass ihre Theilung auf dem Querschnitte des Rückenmarkes sichtbar wird), indem sie sich, wenn auch nicht bedeutend, verschmälern, in mehr weniger gekrümmter Richtung gegen die Peripherie des Rückenmarkes und erreichen dieselbe; anderestheils aber theilen sie sich in geringerer oder grösserer Entfernung von ihren Nervenzellen, worauf dann ihre Theilungsäste den weiteren Weg gegen die Peripherie des Rückenmarkes verfolgen. So habe ich Zellenfortsätze von ihrem Ursprunge aus der Zelle bis zur Peripherie des Rückenmarkes in einer directen Entfernung von $^3/_5$ Millimeter, die Krümmungen des Fortsatzes nicht mitgerechnet, mit grösster Evidenz verfolgt, welche keine sichtbare Theilung darboten und sich nur unbedeutend verschmälerten. Eine solche Beobachtung ist aber viel schwieriger, als jene der Theilung von Fortsätzen. Diese Theilungen zeigen sich selten nahe an der Zelle. So schickt in einem solchen Falle z. B. eine mit einem weissen Kerne versehene Zelle (aus der centralen grauen Substanz) einen dicken Fortsatz nach aussen, welcher noch ehe er den Breitendurchmesser der Zelle an Länge übertroffen hat, sich in 2 Äste theilt, deren einer nach vorn und aussen zieht, der andere nach rückwärts und aussen verläuft. Häufig sind dagegen die Theilungen der Zellenfortsätze in grösserer Entfernung von ihrer Nervenzelle. Es gelingt namentlich auf mit Karmin infiltrirten Präparaten die Zellenfortsätze auf sehr weite Strecken zu verfolgen und man kann dabei ihre Theilungen mit grösster Deutlichkeit sehen. Um nur einzelne Fälle, bei denen ich gemessen habe, anzugeben, so schickt z. B. eine Nervenzelle im grauen Vorderhorn des Hechtrückenmarkes einen Fortsatz nach innen zur vordern Nervenwurzel, 2 nach aussen. Der eine von diesen theilt sich nach einem Verlaufe von 0·09 Millim. in 2 schwächere Äste. Eine andere spindelförmige Zelle sendet 2 sehr dicke Fortsätze ab, den einen in der Richtung von vorn und aussen, den andern nach rückwärts und aussen. Ersterer spaltet sich, nachdem er $^1/_4$ Millim. weit ungetheilt verlaufen, in 3 Äste, welche einen vollkommenen Dreifuss bilden. Der eine dieser Äste, der höher gelegene, ist bedeutend schwächer, als die beiden anderen tiefer gelegenen. Der andere Fortsatz genannter Zelle, welcher nach rückwärts und aussen verlauft, theilt sich erst nach einem ungetheilten Verlaufe von nahezu $^1/_2$ (0·43) Millim. in 2 Zweige, die man dann noch weit nach aussen verfolgen kann.

Was die Verschmälerung der Zellenfortsätze betrifft, so ist zu bemerken, dass sie grösstentheils in Form eines Dreieckes aus der Nervenzelle hervorgehen, so dass sie unmittelbar an ihrer Ursprungsstelle breiter sind, als nachdem sie eine kurze Strecke weit verlaufen. In manchen Fällen ist diese Verschmälerung des Fortsatzes bald nach seinem Entspringen aus der Zelle eine sehr eclatante. So schickt eine kolossale, über $^1/_{13}$ Millimeter im Durchmesser haltende Nervenzelle aus dem grauen Vorderhorne des Hechtes 3 Fortsätze nach vorne, von denen der mittlere an seiner Basis eine Breite von $^1/_{25}$ Millim. hat, sich aber bald bis zur Breite von $^1/_{130}$ Millim. verdünnt. Abgesehen von dieser Verschmälerung, welche die meisten Zellenfortsätze gleich oder bald nach ihrem Austritte aus der Nervenzelle erfahren, verlaufen jene, welche in Nervenprimitivfasern übergehen, ungeschmälert weiter, jene, welche Theilungen zeigen, behalten bis zu ihrer Theilung ihre gleiche Dicke, jene endlich, welche ich ungetheilt bis zur Peripherie des Rückenmarkes verfolgt habe, zeigen dabei eine, wenn auch nicht immer bedeutende Verschmälerung gegen die Peripherie des Rückenmarkes hin.

Die Theilungsäste zeigen nicht, wie es Metzler für das Vogelrückenmark angibt[1]), die gleiche Dicke, wie der Fortsatz, aus dem sie entspringen, sondern sie sind jeder einzeln

[1]) l. c. pag. 34.

immer schmäler, als der Stamm, wiewohl ihre Breite zusammengenommen die des Stammes immer übertrifft. Die Theilungsäste sind bald gleich dick, bald von verschiedener Dicke. Warum man übrigens diese letzteren Verhältnisse beim Zerzupfen der Nerventheile leichter erkennen soll, als bei Untersuchung auf dünnen Durchschnitten, wie dies Stilling[1]) angibt, ist nicht einzusehen.

Ein grosser Theil der Nervenzellenfortsätze erreicht also getheilt oder ungetheilt die Peripherie des Rückenmarkes. Was hier aus diesen Fasern schliesslich wird, weiss ich nicht anzugeben. Dass aber die Zellenfortsätze die Bedeutung von wahren Nerven, nämlich nackter (d. i. von keiner Markscheide, wohl aber von einer Hülle umgebener) Axencylinder haben, wird aus dem Folgenden klar werden.

Da ich eine Zertheilung der Zellenfortsätze in feinste Fasern oder eine spitzige Endigung derselben in der grauen Rückenmarkssubstanz bei Fischen niemals beobachtet habe, so habe ich jetzt nur noch von jenen Fortsätzen zu handeln, die in Nervenprimitivfasern übergehen. Wir wollen nun sehen, wie sich ein solches Verhältniss im Allgemeinen gestaltet.

Alle neurologischen Forscher stimmen jetzt darin überein, dass aus den Ganglienkugeln der peripherischen Ganglien markhaltige Nervenfasern hervorgehen. Ebenso musste es von vorhinein vom physiologischen Standpunkte aus einleuchtend sein, dass die Nervenfasern, welche das Centralorgan bilden helfen und aus demselben hervorgehen, aus den Ganglienkugeln desselben ihren Ursprung nehmen, also, dass die Letzteren Fortsätze absenden, welche in markhaltige Nervenfasern übergehen. Zahlreich sind bereits die Beobachtungen, welche das wirkliche Stattfinden eines solchen Verhaltens im Gehirne und Rückenmark der verschiedenen Thierclassen feststellen, und dennoch ist dieser Punkt noch immer einer der dunkelsten in der Anatomie des Centralorgans, namentlich desshalb, weil die Ansichten der verschiedenen Forscher über die Art und Weise des Übergangs des Nervenzellenfortsatzes in die markhaltige Nervenfaser so sehr differiren, und weil es ausgezeichneten Beobachtern noch nicht geglückt ist, ein solches Verhalten überhaupt, beim Menschen wenigstens mit Bestimmtheit zu sehen. So lesen wir in Kölliker's Handbuch der Gewebelehre vom Jahre 1859, pag. 295: „Frägt man, welche thatsächlichen Grundlagen für diese Behauptungen (dass Zellenfortsätze in markhaltige Nervenfasern übergehen und dass die Ganglienzellen selbst durch dicke Fortsätze anastomosiren) vorliegen, so fällt die Antwort sehr bescheiden aus. Was nämlich die Nervenursprünge von den Zellen im Rückenmarke betrifft, so kann nicht bezweifelt werden, dass solche vorkommen, und ich werde am wenigsten dieselben bestreiten, da ich wohl der erste war, der einen solchen Ursprung aus dem Marke des Frosches beschrieb und abbildete. Auf der andern Seite muss ich mit Bestimmtheit gegen die mich aussprechen, welche die Beobachtungen solcher Ursprünge für leicht erklären oder gar genaue Angaben über das Verhalten der Wurzeln zu den Nervenzellen machen. Ich habe mich viel mit dem menschlichen Marke beschäftigt und häufig nach Nervenursprüngen gesucht und doch muss ich bekennen, noch nie mit Bestimmtheit die Fortsetzung eines blassen Fortsatzes einer Zelle in eine dunkel contourirte echte Nervenfaser gesehen zu haben. Eben so wenig habe ich etwas der Art bei Anderen gesehen". Auch ist es Kölliker bisher nicht geglückt, den Ursprung von Nervenfasern im Gehirne des Menschen mit Bestimmtheit zu sehen (pag. 316).

---

[1]) l. c. pag. 944.

Aus diesem geht hervor, dass Kölliker allerdings ein Entspringen von Nervenfasern aus Nervenzellen des Centralnervensystems annimmt, dass er aber (was auch aus anderen Stellen zu ersehen ist) über die Art und Weise des Übergangs des Zellenfortsatzes in die Markfaser selbst keine Erfahrung hat.

Die Dorpater Schule war es, welche zuerst den Übergang von Zellenfortsätzen in Nervenfasern im ausgedehntesten Masse feststellte, gestützt auf Beobachtungen im Rückenmarke aller Thierclassen und des Menschen.

Den Übergang der Nervenzellenfortsätze in Fasern der vorderen und hinteren Spinalnervenwurzeln beobachtete Owsjannikow bei Fischen l. c. pag. 30: *Ex quavis cellula... ramulos in tres regiones abire videmus, quorum unum... usque ad anteriores nervorum radices certo planeque persequi possumus. Ramulus secundus... continuo ad posteriores nervorum spinalium radices pergit.*

In gleicher Weise beobachtete Owsjannikow bei Fischen den Übergang von Zellenfortsätzen in Längsfasern des Rückenmarks.

Bei Fröschen sah Kupffer diesen Übergang der Zellenfortsätze in die Fasern der vorderen und hinteren Spinalnervenwurzeln (l. c. pag. 21). — Metzler glaubt an dasselbe Verhältniss in dem Rückenmark der Vögel, wiewohl es ihm nicht gelingen wollte, einen deutlichen Übergang eines Nervenzellenfortsatzes in eine Nervenfaser zu beobachten. Schilling[1]) sah beim Menschen in sehr seltenen Fällen, aber mit Bestimmtheit den Übergang von Fasern der vorderen Nervenwurzel in Ganglienkugeln des grauen Vorderhorns und Owsjannikow will dasselbe beobachtet haben (pag. 36 und 37).

Es befremdet gewissermassen, dass man in Bidder's und Kupffer's gemeinschaftlichem Werke über das Rückenmark vom Jahre 1857 jene Beobachtungen widerrufen findet, welche Kupffer kurze Zeit vorher mit Bestimmtheit gemacht zu haben erklärte. „*Fibram nerveam, quae postea sit lineis duplicibus circumdata, forma nudi axis cylindri e cellula gangliosa exire, et ipse non in ranarum modo, sed etiam mammalium quorumdam medulla quam certissime mihi persuasi*“, sagt Kupffer im Jahre 1854, und 3 Jahre darauf erklärt er und Bidder, dass sie bei Fröschen eben so wenig, als bei Vögeln und Säugethieren den Übergang von Nervenzellenfortsätzen in dunkelrandige Fasern der Nervenwurzeln jemals direct beobachten konnten (l. c. pag. 60)!

Owsjannikow's Angaben über das Verhalten der Nervenzellenfortsätze im Rückenmarke der Fische aber werden in dieser Arbeit bestätigt. „Bei Fischen lässt sich der ununterbrochene Übergang der Zellenfortsätze des grauen Vorderhorns in die vorderen Nervenwurzeln mit aller Bestimmtheit und Entschiedenheit beobachten... Über diesen Zusammenhang der Nervenwurzeln mit den Zellen der Vorderhörner bei den Fischen kann so wenig auch nur eine Spur eines Zweifels bestehen, dass allen histologischen Erfahrungen eine gleiche Sicherheit gewünscht werden könnte“ (pag. 60).

Nach diesem war wenigstens der Übergang von Nervenzellenfortsätzen in dunkelrandige Nervenfasern im Marke der Fische sichergestellt. Für's menschliche Rückenmark nun hat Stilling in neuester Zeit dieses Verhältniss für sicher hingestellt, begünstigt durch die zahlreichsten Beobachtungen, die bisher ein Forscher in diesem Punkte im menschlichen Rückenmarke gemacht hat. „Den unmittelbaren Übergang von Nervenzellenfortsätzen in Nervenfasern habe ich bei neueren Untersuchungen, auf welche ich lange Zeit und grosse Mühe

[1]) De med. spin. textura Dorpati 1852. pag. 29.

verwendet habe, in so zahlreichen Fällen gesehen, dass ich dieses Verhältniss nunmehr als über jeden Zweifel erhaben betrachten muss. Ich finde, dass die Fortsätze der Nervenzellen in Quer- wie in Längsfasern sämmtlicher weisser Rückenmarksstränge übergehen, also integrirende Theile der Vorder-, Seiten- und Hinterstränge bilden helfen. Ferner beobachtete ich direct den Übergang der dicken Nervenzellenfortsätze des grauen Vorderhorns in die vorderen centralen Bahnen der Spinalnerven. Den directen Zusammenhang einer Nervenprimitivfaser der hinteren Wurzeln mit einer Nervenzelle der grauen Substanz zu beobachten, ist mir bis jetzt nicht gelungen, obwohl ich auch dieses Verhältniss statuire" (pag. 929).

Diese im Jahre 1858 veröffentlichten Beobachtungen bestätigen also jene, welche andere Forscher, wie Schröder v. d. Kolk, Rudolph Wagner, Remak, J. v. Lenhossék hierüber im menschlichen Rückenmarke machten. Mittelst Anwendung der Karmininfiltration wurde ein solches Verhältniss von Gerlach und Berlin constatirt. Gerlach (Mic. Studien 1858, pag. 18) kommt bei seinen Untersuchungen über den Bau der Windungen des kleinen Gehirnes zum Schlusse, „dass der Ursprung, oder wenn man will, das centrale Ende jener Nervenfasern, welche aus dem kleinen Gehirne treten.... in den Nervenzellen der grauen Substanz der Kleinhirnwindungen gesucht werden müsse"; und Berlin (Beitrag zur Structurlehre der Grosshirnwindungen 1858) hat den Übergang von Zellenfortsätzen in markhaltige Nervenfasern im Gehirne eines 5monatlichen Kindes direct beobachtet (pag. 21).

Ich bin nun in der Lage, den Übergang von Nervenzellenfortsätzen in markhaltige Nervenfasern für das Centralnervensystem der Fische zu bestätigen. Es ist allerdings eine solche Beobachtung im Fischrückenmarke nicht so leicht, als sie Owsjannikow hinstellt, und es sind auch seine näheren Angaben über jene Fortsätze, welche in die Fasern der vorderen Spinalnervenwurzeln übergehen sollen, für das Mark der von mir bis jetzt untersuchten Fische durchaus unrichtig. Ich verweise hierüber auf meine kurze Mittheilung über den Bau des Rückenmarkes der Fische und erwähne hier nur Folgendes: Nicht die nach vorn und aussen von den Ganglienzellen des grauen Vorderhorns abgehenden Fortsätze sind es, welche in markhaltige Fasern der vorderen Nervenwurzel übergehen, sondern es sind die nach vorn und innen abgehenden Fortsätze der Ganglienzellen, welche in die Bahn der vorderen Nervenwurzel eintreten.

Mit grösster Sicherheit habe ich solche Fortsätze in markhaltige Fasern der vorderen Nervenwurzel übergehen gesehen. Eben so sicher sah ich den Übergang von Zellenfortsätzen in markhaltige Längsfasern des Rückenmarkes. Ich habe ferner von den Zellen, welche neben und hinter dem Centralcanale im obersten Theile des Rückenmarkes und in der *medulla oblongata* liegen, Fortsätze regelmässig gegen die Austrittsstelle der hinteren Wurzel verlaufen gesehen, den directen Übergang solcher Fortsätze in markhaltige Fasern der hinteren Wurzel aber nur in einzelnen Fällen beobachtet.

Ein ausgezeichnetes Object zur Beobachtung des Übergangs von Nervenzellenfortsätzen in markhaltige Nervenfasern ist das kleine Gehirn der Fische (des Hechtes). Die Ganglienkugeln, welche die mittlere Zone des kleinen Gehirns bilden, entsenden die grösste Anzahl ihrer Fortsätze in die aus markhaltigen Fasern bestehende äusserste radiäre Faserschichte. Alle diese Fortsätze gehen in markhaltige Nervenfasern über und die directe Beobachtung dieses Überganges auf gelungenen, schön infiltrirten Präparaten ist durchaus nicht schwer.

Das Vorkommen eines solchen Verhaltens, dass nämlich Zellenfortsätze in markhaltige Fasern übergehen, stehet demnach, wenigstens für das Centralnervensystem der Fische, ausser

allem Zweifel. Die nächste Frage ist die, in welcher Weise der Übergang eines Nervenzellenfortsatzes in eine markhaltige Nervenfaser bewerkstelligt wird.

Man kann von vorhinein verschiedene Vorstellungen hiervon haben. Man kann sich einerseits vorstellen, dass der Zellenfortsatz bereits jene Elemente enthält, welche bei seiner Umwandlung in eine markhaltige Faser sich in Axencylinder und Mark sondern, oder man kann andererseits annehmen, dass der Nervenzellenfortsatz in die markhaltige Faser nur als ein Theil derselben eintritt und zwar so, dass er dabei seine histologischen Eigenschaften beibehält, oder so, dass er dieselben ändert.

Alle diese drei verschiedenen Ansichten fanden ihre Vertreter. Stilling lässt den Nervenzellenfortsatz in Mark und Axencylinder sich sondern. Die Dorpater sind es namentlich, welche den Zellenfortsatz als Axencylinder in die markhaltige Nervenfaser eintreten lassen, so dass er dabei seine ursprünglichen Eigenschaften beibehält (mithin vor seinem Eintritte in die Nervenfaser selbst als nackter Axencylinder anzusehen ist).

Rudolph Wagner endlich beschreibt ebenfalls den Übergang des Zellenfortsatzes in den Axencylinder der markhaltigen Faser, jedoch so, dass er ihn dabei seine histologischen Eigenschaften ändern lässt.

Stilling sagt l. c. pag. 929: „Beim Übergange eines Nervenzellenfortsatzes in eine Nervenprimitivfaser beobachtet man bei genügender (360 — 900facher) Vergrösserung, dass Elementarröhrchen, welche den Axencylinder und das Nervenmark der Nervenprimitivfaser constituiren, in ununterbrochener Continuität in den Nervenzellenfortsatz eintreten und in das Nervenzellenparenchym übergehen, hierin sich fächerförmig ausbreiten und mit den Elementarröhrchen der Nervenzellen sich auf die mannigfaltigste Weise verbinden". „Eine bestimmte Grenze zwischen Nervenzellenfortsatz und Nervenprimitivfaser ist häufig anscheinend vorhanden und durch eine dunkle Contour gleich einer Querlinie, oder einer, den Nervenzellenfortsatz nahe der Nervenzelle umgebenden, dunkeln, mehr oder weniger gezähnelten Kreislinie angedeutet. Oft sieht man keinerlei solche Grenzen, der breite Nervenzellenfortsatz geht — sich verschmälernd — ohne irgend einen Unterschied seiner optischen Phänomene an den verschiedenen Stellen seines Verlaufes darzubieten, in die Nervenprimitivfaser über, so dass eine Grenzstelle zwischen Nervenzellenfortsatz und Nervenprimitivfaser nirgends anzugeben ist. Dieses Verhältniss der Nervenprimitivfasern und der Nervenzellen habe ich sowohl im Rückenmarke des Menschen und der Säugethiere, wie bei allen übrigen Wirbelthierclassen in der grauen Substanz beobachtet und solches überall im Wesentlichen gleich gefunden, wie ich denn auch dies nämliche Verhältniss an der Übergangsstelle der Nervenprimitivfasern in die Nervenzellen der peripherischen Ganglien und Spinalganglien bei den sämmtlichen Classen der Wirbelthiere gesehen habe".

Von der Dorpater Schule, welche die Nervenzellenfortsätze als nackte Axencylinder ansieht, behauptet zunächst Owsjannikow über die Art und Weise, wie, und über die Stelle, wo der Übergang der Zellenfortsätze in markhaltige Fasern im Fischrückenmarke vor sich geht, l. c. pag. 32: „*Ramuli ad nervorum radices pertinentes, demum postquam ex medulla spinali egressi sunt, medulla nervali instrui videntur. Fibrae ad cerebrum adscendentes sensim ac paulatim post introitum in substantiam albam medulla circumdantur*".

Bei Kupffer heisst es hierüber für das Froschrückenmark (pag. 21): „*Neque jam intra substantiam cineream partes circumjacentes processui peculiarum efformant vaginam, sed demum inter substantiae albae fibras longitudinales in lacuna, quam processus permeat, tela conjunctiva*

arctius applicatur, quo facto, e medullae spinalis peripheria specie tabuli nervei lati, medulla vaginaque instructi, provenit".

Metzler (l. c. pag. 32) konnte es im Rückenmarke der Vögel nicht gelingen, sicher zu beobachten, „*processus in fibrarum nervearum axis cylindros directo transire*".

Dagegen bestätigen Bidder und Kupffer (l. c. pag. 60) das Eintreten des Zellenfortsatzes als Axencylinder in die Wurzelfasern der Spinalnerven bei Fischen: „Die Fortsätze dringen in die für den Durchtritt der vordern Wurzeln bestimmten Lücken der weissen Substanz, durchsetzen dieselben ihrer ganzen Länge nach, so dass sich ihre Contouren ohne Unterbrechung scharf und deutlich abzeichnen, gehen endlich in eines der Wurzelbündel hinein, die an der Peripherie des Rückenmarkes anhaften und lassen sich manchmal mit aller nur wünschenswerthen Schärfe bis in den Axencylinder einer Wurzelfaser verfolgen".

Rudolph Wagner, der Vertreter der Ansicht, dass der Zellenfortsatz zwar in den Axencylinder übergehe, aber mit Änderung seiner histologischen Eigenschaften, spricht sich darüber mit den Worten aus: „Im Allgemeinen gehen nur die feinen und feinsten Fibrillen in die Fortsätze der Ganglienzellen über, indem sich die doppelten Contouren der Markhülle bis zum Verschwinden an einander legen, wo dann der Axencylinder sich in den Ganglienzellenfortsatz metamorphosirt. Beide zeigen eine dem geübten Auge erkennbare histologische Verschiedenheit".

Den Übergang von Nervenzellenfortsätzen in die Axencylinder markhaltiger Fasern glaubt auch Berlin (l. c. 21) für das menschliche Gehirn annehmen zu können. Er spricht sich aber nicht weiter darüber aus, ob der Zellenfortsatz als solcher oder mit Änderung seiner Eigenschaften zum Axencylinder wird.

Meine directen Beobachtungen am Centralnervensystem der Fische lehren mich, dass wenigstens da niemals eine andere Art des Überganges eines Zellenfortsatzes in eine markhaltige Faser stattfindet, als in der Weise, wie sie die Dorpater Forscher beschrieben haben, und wie sie auch Bilharz (das elektrische Organ des Zitterwelses 1857, pag. 21) für den Ursprung der elektrischen Faser aus dem Rückenmarke des Zitterwelses fand, also in der Art, dass der Zellenfortsatz, ohne die Eigenschaften seiner Grösse und Form oder seiner histologischen Zusammensetzung zu ändern, als Axencylinder in eine markhaltige Faser eintritt, oder richtiger gesagt, dass der Zellenfortsatz, welcher der eigentliche Nerve ist, bei seinem Austreten aus der grauen Substanz, resp. der Ganglienzellenschichte mit einer Markscheide umgeben wird und als markhaltige Nervenfaser weiter läuft.

Präparate vom Rückenmarke und kleinen Gehirne stellen die Sache ausser jeden Zweifel. So z. B. zeigt eines meiner Präparate, ein Querschnitt aus dem obern Theile des Rückenmarkes des Hechtes, folgendes Bild: Das in karminsauerem Ammoniak infiltrirte Präparat ist stark gequetscht. Dadurch erscheinen die Markscheiden der Fasern der central verlaufenden vordern Nervenwurzel in eine gleichartige, graulich-weisse Masse umgewandelt. In dieser Masse sieht man die Axencylinder der Fasern in der Richtung der vordern Nervenwurzel, also von der vor dem Centralcanale gelegenen Commissur aus nach vorn und aussen an der Grenze zwischen grauer und weisser Substanz, bis zu ihrem Austritte aus dem Rückenmarke hinziehen. Es sind scharf begrenzte, durch ihre rothe Färbung ausgezeichnete Fasern. Durch den Druck in eine Ebene gezwängt, sind sie so auseinander getreten, dass man sie sogar sehr leicht zählen kann (es sind deren im besagten Schnitte zehn an der Zahl). In

dem nach aussen von der centralen Bahn der vorderen Nervenwurzel gelegenen Vorderhorne sieht man unter den zahlreichen Ganglienkugeln daselbst eine grosse viereckige Ganglienkugel, welche nebst Fortsätzen nach vorn und aussen und hinten und aussen einen solchen nach vorn und innen schickt. Diesen Fortsatz nun sieht man zu dem Bündel obgenannter Axencylinder sich hinbegeben und mit ihnen (sich durch Nichts von ihnen unterscheidend) also in der vordern Nervenwurzel bis zum Austritt aus dem Rückenmarke verlaufen. Man verfolgt ihn dabei nahezu 1 Millimeter weit.

An anderen Präparaten aus dem Rückenmarke sehe ich, wie die nach innen verlaufenden Zellenfortsätze, um zum gesammelten Strange der vordern Nervenwurzel zu gelangen, die verschiedensten Wege einschlagen. So geht in einem Falle ein solcher Zellenfortsatz um die hintere Peripherie der kolossalen Faser im Bogen herum und verschwindet dann im Nervenstrange, welcher die vordere Nervenwurzel darstellt.

Gegen Owsjannikow, Bidder und Kupffer, welche bei Fischen die Zellenfortsätze erst beim Austreten aus dem Rückenmarke mit einer Markscheide sich umgeben lassen, muss ich bemerken, dass die Zellenfortsätze, welche zur vorderen Wurzel gehen, wenigstens bei den von mir untersuchten Fischen, bereits im Rückenmarke mit Mark umgeben werden. Alle Fasern der vordern Nervenwurzel sind bereits während ihres centralen (Quer-) Verlaufs markhaltig. Man überzeugt sich hiervon am schönsten auf Längsschnitten, welche die centralen Bahnen der vordern Nervenwurzeln, soweit sie in querer Richtung verlaufen, senkrecht treffen. Hat man solche Längsschnitte mit karminsauerem Ammoniak infiltrirt, so sieht man, dass alle Fasern der vordern Nervenwurzel breite, markhaltige Fasern sind, man sieht die Querschnitte der roth gefärbten Axencylinder und jeden von einer breiten ungefärbten weissen Markscheide umgeben.

Der Zellenfortsatz zeigt bei seinem Eintreten in die vordere Nervenwurzel durchaus keine Änderung seiner Form, Grösse oder seiner histologischen Eigenschaften, wie Wagner annimmt. Ich habe ferner den Zellenfortsatz im Fischrückenmarke niemals in der Weise in eine markhaltige Faser übergehen gesehen, wie sie Stilling für alle Wirbelthierclassen, also auch für die Fische beschrieben hat. Weder wandelt er sich in Mark und Axencylinder um, noch ist sein Übergang in die markhaltige Faser durch ein optisches Phänomen, durch eine dunkle Contour oder eine gezähnelte Kreislinie ausgezeichnet, und eben so wenig ist es begreiflicher Weise möglich, dass der Zellenfortsatz, da derselbe nur als ein Theil (Axencylinder) in die markhaltige Faser eintritt, in dieselbe „sich verschmälernd" übergehe, da die nun gebildete markhaltige Faser natürlich um die ganze Dicke der Markschichte breiter ist, als der ursprüngliche Zellenfortsatz.

Auch müsste man auf Karminpräparaten den sich rothfärbenden Zellenfortsatz in weisses Mark und rothen Axencylinder sich scheiden sehen.

Stilling kannte die Einwirkungen des Farbstoffes auf Zellenfortsatz, Axencylinder und Nervenmark. Und in der That, ich muss gestehen, es ist mir nicht recht begreiflich, wie sich Stilling's Abbildungen mit seinen Angaben vereinbaren lassen.

Ein einziger Blick auf die auf Tafel 25, Fig. 10 des Stilling'schen Atlasses abgebildete, mit Karmin gefärbte bipolare Ganglienkugel aus dem Rückenmarke des *Petromyzon fluviatilis* genügt, um zu sehen, dass Stilling das Entspringen der Nervenfaser aus der Ganglienzelle in ganz anderer Weise abbildet, als er es beschreibt. Erstens sieht man, dass

Stilling die Nervenfaser nicht in der von ihm beschriebenen Weise aus dem Nervenzellenfortsatze hervorgehen, sondern als solche, das heisst, mit gesondertem Mark und Axencylinder aus der Nervenzelle entspringen lässt. Und zweitens fällt es sogleich in die Augen, dass das Mark in gar keine, auch nicht die geringste Beziehung zum eigentlichen Nervenzellenparenchym tritt, und dass nur der Axencylinder ausschliesslich und allein aus dem Nervenzellenparenchym hervorgeht (wie ich es beschrieben habe).

Stilling beschreibt auch in der That in der Erklärung der genannten Abbildung den aus der Zelle hervorgehenden Fortsatz als Axencylinder. Es war wohl schwer, den roth gefärbten Fortsatz für etwas Anderes als den Axencylinder zu erklären. Da aber, wo Stilling eine nicht mit Farbstoff infiltrirte Ganglienzelle mit ihren Fortsätzen abbildet (auf Taf. 25, Fig. 1), hält er das, was man an diesem Fortsatze ausser der Hülle zu unterscheiden vermag, für Nervenmark und lässt nun in diesem Falle das Nervenmark in das Nervenzellenparenchym eintreten, erklärend, dass ein Axencylinder nicht deutlich zu erkennen sei.

Fig. 3, 4 und 13 derselben Tafel sind Nervenzellen aus dem elektrischen Gehirnlappen des Zitterrochens mit ihren Fortsätzen und mit anliegenden Nervenprimitivfasern abgebildet. Stilling erklärt hierbei das eine Mal die Identität der Zellenfortsätze mit den Nervenprimitivfasern für „auffallend genug“, in dem andern Falle lässt sich nach Stilling die Identität der Fortsätze mit den Nervenprimitivfasern „nicht wohl verkennen“. Ich muss gestehen, dass ich zwischen den roth gefärbten Zellenfortsätzen und den ungefärbten Nervenprimitivfasern keine hinlänglich auffallende Identität finden kann.

Denselben Übergang von Zellenfortsätzen in die Axencylinder der markhaltigen Fasern beobachtet man, wie im Rückenmarke, im kleinen Gehirne der Fische (des Hechtes). Die Querschnitte der Axencylinder der markhaltigen Fasern, welche die radiäre Faserschichte des kleinen Gehirns bilden, entsprechen dem Querschnitte der Ganglienzellenfortsätze, welche in diese radiäre Faserschichte hinein und in die markhaltigen Fasern derselben übergehen.

Aus allem dem geht die hohe Bedeutung des Axencylinders in physiologischer Hinsicht hervor. Da der Axencylinder allein es ist, welcher, wie man dies wenigstens im Centralnervensystem der Fische sieht, mit der Ganglienkugel in Verbindung steht, da man andererseits da, wo man Nervenendigungen kennt, ebenfalls häufig die Nervenfaser zuletzt ihr Mark verlieren sieht, wie in den Pacimschen Körperchen, an den letzten Ästen der Muskelnerven, in der Retina vieler Thiere[1]): so kann kein Zweifel bestehen, dass der Axencylinder im Allgemeinen der wesentlichste Theil des Nerven ist, und wenn Lieberkühn 1849 (l. c. pag. 14) die Frage unentschieden lässt, „*quid cylinder axis sit, utrum aliquid coagulatione productum an organon totius nervi dignissimum*“, so muss die Frage jetzt dahin beantwortet werden, dass der Axencylinder wirklich das *organon totius nervi dignissimum* sei[2]).

Es bleibt noch eine Frage zu erledigen. Wie verhält es sich mit der Hülle des Zellenfortsatzes?

Owsjannikow sagt darüber für das Fischenrückenmark Folgendes l. c. pag. 32: „*Cellulae gangliosae ramuli, qui decursu posteriore in nervorum axes cylindratos transeunt, intra substantiam cineream, nulla circumdati medulla, ipsa vagina involuti cernuntur*“.

---

[1]) S. Max. Schultze. De retinae struct. pen. 1859.

[2]) Schultze sagt kürzlich l. c. pag. 20: Cellulas gangliosas nihil aliud esse quam tumores cylindrorum axis nucleo instructos contendo.

Bidder und Kupffer (l. c. pag. 56) läugnen sowohl die Hülle der Ganglienzellen, als auch die der Zellenfortsätze in der grauen Substanz des Rückenmarkes.

Daran, dass die centralen Ganglienzellen und die Zellenfortsätze in der grauen Substanz eine Hülle besitzen, und dass die Hülle der Ganglienkugel in die der Fortsätze unmittelbar übergehe, kann ich nicht mehr zweifeln, seit ich (es ist dies eine der seltensten, vielleicht die einzige Beobachtung dieser Art) dieses Verhältniss direct beobachtet habe. Bei einer Ganglienzelle im grauen Vorderhorne des Rückenmarkes von *Lota vulgaris* hat sich vielleicht durch Einwirkung der Chromsäure, nicht blos der Zelleninhalt von der Scheide zurückgezogen, sondern es hat sich auch die Scheide des Zellenfortsatzes von demselben abgehoben in der Weise, wie es in Fig. 15 naturgetreu bei 460facher Vergrösserung abgebildet ist. Dieser Befund lässt keinen Zweifel mehr übrig, dass die Scheide der Ganglienkugel in die des Fortsatzes unmittelbar übergehe, dass also der Fortsatz in der grauen Substanz von einer Scheide eng umschlossen wird, und dass bei dessen Übergang in eine markhaltige Faser die Scheide von ihm ab- und zwischen beiden nun das Mark auftritt. Demnach ist das ganze Verhältniss des Überganges eines Zellenfortsatzes in eine markhaltige Faser für das Fischrückenmark klar.

Es muss jetzt zunächst ein anderer Gegenstand unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen, die Erörterung der Frage nämlich, in welcher Weise der Fortsatz aus der Nervenzelle entspringt, aus welchem Theile derselben er hervorgeht. Ich wende mich hier sofort zu jenen Angaben, welche in neuerer Zeit Harless (Müller's Archiv, 1846), Axmann (*Diss. inaug.* 1847), Lieberkühn (*De struct. gangl. penitiori* 1849), Guido Wagener (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1858) hierüber gemacht haben. Während frühere Forscher von dem Zusammenhange der Fortsätze und Nervenfasern mit den Ganglienzellen nichts Weiteres sahen, als dass sie mit dem Inhalte derselben in Verbindung ständen, haben die letztgenannten den directen Zusammenhang der Nervenfaser, resp. des Axencylinders mit dem Kerne und dem Kernkörperchen der Ganglienzelle beobachtet und abgebildet.

Harless beobachtete dieses Verhalten an den Ganglienkugeln des elektrischen Gehirnlappens des Zitterrochens. Axmann sagt: „*In aliis casibus, praecipue in ranae et cuniculi gangliis, quorum telae cellulosae aceto mollitae erant et contentum coagulatum, fibrae primitivae cum cellula clara (i. e. nucleo) connexum perspicue discernere potui*“ (pag. 8).

„*Aliquoties contigit*“, sagt Lieberkühn von den Zellen in den Froschganglien, „*ut fibram nerveam in nucleum intrantem viderem; nucleus apparuit globulus fibrae nerveae adhaerescens, quasi amplificata sive intumescens fibra*“. „*In aliis cellulis fibram in nucleum finientem vidi et filum fibra inclusum pergens ad nucleolum*“ (pag. 12). — „*Quidnam est illud filum? Non dissentit ulla re a cylindro axis Purk.*“

Guido Wagener bestätigt dasselbe Verhältniss für die Ganglien einiger niederer Thiere.

Diese vereinzelten Beobachtungen letztgenannter Forscher sind auch bis jetzt vereinzelt geblieben. Andere, welche die grösste Aufmerksamkeit zur Beobachtung ähnlicher Verhältnisse verwendeten, konnten sie niemals auffinden. Namentlich ist es Stilling, welchem es weder bei seiner Untersuchung des elektrischen Gehirnlappens des Zitterrochens gelingen konnte, den von Harless gegebenen Bildern ähnliche zu finden, noch auch glücken wollte bei der Untersuchung der Ganglien des Frosches, Ochsen und Hammels, Axmann's und Lieberkühn's Angaben zu verificiren. Stilling sieht sich desshalb genöthigt, Harless' und Axmann's Abbildungen als schematisch, Lieberkühn's Abbildungen „meistentheils als

nicht ganz getreu" zu bezeichnen, pag. 813. G. Wagener's Angaben und Zeichnungen erscheinen ihm nichts weniger als überzeugend (pag. 1189).

Den Zweifeln Stilling's schliesst sich Kölliker 1859 an (pag. 282), ohne jedoch die mögliche Existenz der letztbesprochenen Verhältnisse zu läugnen. Es wird Stilling gewissermassen Wunder nehmen, dass er jenes Verhältniss, dessen Richtigkeit er auf das Eifrigste bestreitet, nämlich das Entspringen von Zellenfortsätzen aus dem Kerne der Zellen, selbst auf das Deutlichste abgebildet und mit den unzweideutigsten Worten beschrieben hat.

Taf. 26, Fig. 24 seines Atlasses bildet Stilling „ein feines Segment aus den grauen Hinterhörnern des Froschrückenmarkes, Chromsäure-Karminpräparat" ab. In der Erklärung dieses Präparates heisst es: „Man erkennt an diesem feinen Segmente 6 Nervenzellen. In jeder dieser Nervenzellen erkennt man mehr oder weniger deutlich das helle Nervenzellenparenchym, ferner den gefärbten *Nucleus*, welcher in der obersten Zelle rechts einen auffallenden Fortsatz zeigt".

Und in der That sieht man da aus dem Kerne der Zelle einen förmlichen Fortsatz hervorgehen, welcher sich von anderen Zellenfortsätzen durch nichts unterscheidet.

Eben so zeichnet Stilling (auf derselben Tafel, Fig. 23) Ganglienzellen aus den grauen Hinterhörnern des *Squalus*-Rückenmarks, und man sieht da auch aus den roth gefärbten Kernen einige Ganglienkugelfortsätze hervorgehen! Hierzu habe ich nichts weiter beizufügen.

Es ist übrigens ungerecht, mit Stilling annehmen zu wollen, dass Lieberkühn Dinge abgebildet hätte, die er nicht gesehen; auch theilt mir Prof. Brücke mit, dass er sich jetzt noch eines Lieberkühn'schen Präparates ganz so wie es in Fig. 1 bei Lieberkühn abgebildet ist, erinnere. Dagegen, Scheinursprünge für wahre gehalten zu haben, verwahrt sich Lieberkühn ausdrücklich. Er sagt: *Foco microscopii sursum et deorsum moto facile discerni potest, num filum illud vere in nucleolum intret neque solum intrare videatur, pag. 12.* Wie gross übrigens die Möglichkeit einer solchen Täuschung ist, habe ich selbst erfahren, und Fig. 16 und 17 zwei Faserursprünge aus dem Kerne von Nervenzellen abgebildet, welche man leicht hätte geneigt sein können für wahre Faserursprünge zu halten, während es in der That doch nur scheinbare waren. Fig. 16 stellt eine Nervenzelle aus der Zone der Ganglienzellen des kleinen Gehirns vom Hecht dar. Ich beobachtete sie auf einem in Karmin gefärbten Durchschnitte des kleinen Gehirns. Man sieht in das Parenchym der Nervenzelle eine Faser eintreten, welche sich mit vollkommen scharfen Begrenzungslinien, durch ihre blassröthliche Färbung vor dem dunkler gefärbten Zelleninhalte ausgezeichnet, bis zu der äussern geschlossenen Contour des Kerns verfolgen lässt, ein Bild, wie es den von Lieberkühn gegebenen ganz ähnlich ist. Die feinste Einstellung mit dem ausgezeichnetsten Mikroskope bei den verschiedensten Vergrösserungen liess keinen Zweifel an der Echtheit des Bildes aufkommen. Da wendete ich das Präparat. Nun sah ich, dass die Faser gerade da, wo sie aus dem Kerne zu entspringen schien, durchschnitten war, erkannte bei feiner Einstellung sogar den Querschnitt an der Durchschnittsfläche und fand zugleich, dass sie von einer andern Zelle entsprang, die man bei der ersten Lage des Präparates nicht beobachten konnte. Bei dieser ersten Lage des Präparates erzeugte also der Umstand, dass die hierbei unter der Ganglienzelle liegende Faser durch den Zelleninhalt hindurch sichtbar war und genau an der Kerncontour aufhörte, das Bild eines Faserursprungs aus dem Kerne der Nervenzelle.

Fig. 17 stellt ein ähnliches Bild dar, genommen aus einem Durchschnitte des *Ganglion Gasseri* vom Kalb. Hier erwies sich der Zellenfortsatz, welcher bei schwachen Vergrösse-

rungen aus dem Kerne zu entspringen schien, bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen als das Segment des Inhaltes einer ursprünglich über der besprochenen Ganglienzelle gelagerten Ganglienkugel (deren grösseres Segment durch den Schnitt nicht in das Präparat einbezogen wurde).

Eben so sah ich im Hechtrückenmarke das Kernkörperchen der mit einem sich nicht färbenden Kerne versehenen Ganglienkugeln einige Male mit Fasern in Verbindung stehen, habe aber auch diesen Zusammenhang durch Anwendung starker Vergrösserungen als einen blos scheinbaren erkannt.

Lieberkühn zeichnet die Contour des Kerns gegen die Abgangsstelle der Faser hin immer, in allen Fällen, vollkommen geschlossen. In den beiden Fällen, wo ich wirklich den Ursprung von Fasern aus dem Kerne peripherischer Ganglienzellen beobachtet habe, war die Contour des Kernes gegen die abgehende Faser hin vollkommen geöffnet, der Kern stellte eine birnförmige Erweiterung der Faser dar. Es ist mir nämlich in der That geglückt, zwei Ganglienkugeln zu beobachten, aus deren Kerne eine Faser zweifellos entsprang. Beide Ganglienkugeln waren aus dem *Vagus-ganglion* des Kalbes. Die Präparate, an denen ich sie beobachtete, waren mit Karmin gefärbte Durchschnitte von in Chromsäure gehärteten *Vagus*-Ganglien des Kalbes. Man sah in beiden Fällen aus dem roth gefärbten Kerne einen blassroth gefärbten Fortsatz hervorgehen, welchen man in beiden Fällen durch den Zelleninhalt hindurch, und in einem Falle auch weit ausserhalb der Ganglienkugel verfolgen konnte. In dem einen Falle verschmälerte sich der aus dem Kerne hervortretende Fortsatz beiläufig in der Weise, wie der Fortsatz der in Fig. 5 gezeichneten Ganglienkugel. In dem anderen Falle behielt er innerhalb und ausserhalb der Ganglienzelle jene Breite, die er gleich beim Austreten aus dem Kerne besessen. In beiden Fällen war die sonst scharf begrenzte Contour des Kernes gegen die abgehende Faser hin vollkommen geöffnet. Herr Prof. Brücke, die Herren Doctoren Rollett und Stricker haben sich von der Richtigkeit der Bilder überzeugt, leider konnte ich dieselben später nicht wieder auffinden, um sie abbilden zu lassen.

Ein Faserursprung aus der geschlossenen Contour des Kernes einer centralen Ganglienzelle, den ich auch für einen wirklichen halte, betrifft eine weisse Ganglienkugel aus den Grosshirnhemisphären des Hechtes. Die Fortsätze dieser Ganglienzellen beobachtet man überhaupt nur in höchst seltenen Fällen. In dem abgebildeten Falle Fig. 5 sieht man einen konischen, blassröthlichen Fortsatz aus dem Kerne entspringen. Er lässt sich nicht über die Scheide der Ganglienkugel hinaus verfolgen. Der Fortsatz scheint sich in die Mitte des Kernes einzusenken, wesshalb die Contour des letzteren von oben her gesehen, geschlossen erscheint. Es ist unwahrscheinlich, dass dieser Ursprung ein scheinbarer sei, weil man den röthlich gefärbten Fortsatz, falls er nicht in den Kern einträte, in dem ungefärbten Inhalte der Ganglienkugel leicht müsste verfolgen können.

Nach diesen meinen Beobachtungen kann es also keinem Zweifel mehr unterliegen, dass es wirklich Fälle gibt, wo man Ursprünge von Zellenfortsätzen, resp. von Nervenfasern aus dem Kerne von Nervenzellen beobachten kann, und wiewohl ich gerade an den Ganglienzellen des Frosches niemals ein solches Verhältniss beobachtet habe, so ziehe ich dasselbe doch nicht in Zweifel; auch theilt mir mein Freund Dr. Stricker mit, er habe bei Froschlarven häufig das Entspringen von Fasern aus dem Kerne von Nervenzellen gesehen.

In der grössten Mehrzahl der Fälle aber sieht man die Fortsätze sowohl der centralen, als der peripherischen Ganglienzellen nur mit dem Inhalte derselben in Verbindung treten.

V.

Wenn ich in dem nachfolgenden Capitel, welches namentlich über die elementare Zusammensetzung der Nervenzelle und der Nervenfaser handelt, so weit dieselbe mit den heutigen Hilfsmitteln der Präparation und der heutigen Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente erkannt zu werden vermag, einem Manne entgegentrete, dessen unsterbliche Verdienste auf dem Gebiete der Erforschung des feineren Baues des Centralnervensystems ich gewiss der erste anerkenne, wenn ich nämlich den von Stilling in neuerer Zeit über die feinste Zusammensetzung der Nervenelemente gegebenen Auseinandersetzungen nicht nur selbst nicht beipflichten kann, sondern sie überhaupt als nicht stichhaltig und in der Natur der Sache nicht begründet bezeichne: so glaube ich dies mit folgender Berechtigung thun zu können.

Die Gründe, dass vor Stilling noch Niemand jene Zusammensetzung der Nervenelemente erkannte, die er auffand, sucht Stilling hauptsächlich darin, dass die früheren Beobachter sich nicht ausreichender Methoden bedienten, namentlich nicht jener, die er selbst anwendete, ferner dass sie das als Norm Anzusehende als etwas Zufälliges oder Aussergewöhnliches betrachteten und nicht beachteten, und endlich, dass sie sich zu schwacher Vergrösserungen bedienten.

Alle diese Vorwürfe können mich bei meinen Untersuchungen nicht treffen. Vor allem habe ich mich derselben Methode wie Stilling bedient. Ich habe die feinste Zusammensetzung der Ganglienkugel und Nervenfaser auf feinen Quer- und Längsschnitten von in Chromsäure gehärteten Nerventheilen, die ich auch, wie Stilling, mit Karmin infiltrirte, untersucht.

Es kann mir ferner nicht zur Schuld gelegt werden, gewisse Faserungsverhältnisse im Gewebe der Nervenelemente nicht hinlänglich beachtet und gewürdigt zu haben, da ich doch Stilling zu meinem Vorgänger habe und mithin namentlich auf solche Verhältnisse, wenn sie sich in der That dargeboten hätten, meine grösste Aufmerksamkeit hätte verwenden müssen. Und endlich habe ich mit eben so starken Vergrösserungen, wie Stilling gearbeitet, ich habe mich einer 7—1100fachen Vergrösserung bedient.

Wenn Max. Schultze in seiner Abhandlung über den feineren Bau der *retina* den Satz ausspricht[1]), dass Stillings über den Bau der Nervenelemente vorgebrachten Ansichten „*positas esse in erroribus, ortis ex solutionibus acidi chromici adhibitis*", so kann ich ihm darin nicht beistimmen. Denn trotzdem, dass ich die Nerventheile in Chromsäure gehärtet und mich eben so starker Vergrösserungen wie Stilling bedient habe, so konnte ich doch nicht finden, dass sich jener Zusammenhang der feinsten Elemente der Nervenzelle und Nervenfaser, wie ihn Stilling angibt, selbst bei dieser Behandlungs- und Beobachtungsweise darbietet, wornach der Grund von Stilling's vereinzelt dastehenden Beobachtungen nicht in seiner Methode zu suchen ist.

Ich glaube ihn vielmehr in der geringeren Güte von Stilling's Mikroskopen zu finden, und stütze mich darauf, dass seine Instrumente bei den stärksten Vergrösserungen Farbenerscheinungen zeigen. Über alle diese von Stilling ausführlich beschriebenen und physikalisch erklärten Farben, welche die einzelnen Elemente der Nervenzelle und Nervenfaser

---

[1]) l. c. pag. 4.

bei starken Vergrösserungen darbieten sollen, habe ich gar keine Erfahrung, da die von mir angewendeten Mikroskope (ausgezeichnete Plössl'sche Instrumente, deren stärkstes, von Plössl erst in neuester Zeit construirtes Objectivlinsenspiel mit den verschiedenen Ocularen eine 5—1100fache Vergrösserung gestattet) bei den stärksten, 1100fachen Vergrösserungen mir an meinen, sowohl mit, als ohne Terpentin behandelten Präparaten keine anderen, als die natürlichen Absorptionsfarben zeigten.

Indem ich das eben Gesagte vorausschicke, will ich jetzt der Reihe nach den feinsten Bau der Nervenelemente beschreiben, wie er sich nach Erhärtung derselben in Chromsäure und bei steigenden Vergrösserungen unter dem Mikroskope darbietet.

Wie viele von diesen Erscheinungen der Chromsäurewirkung zuzuschreiben sind, werde ich mich bemühen, wo möglich jedesmal anzugeben.

Der feinere Bau der Nervenzelle [1]).

Scheide, Inhalt, Kern und Kernkörperchen, das sind die gröberen Bestandtheile der Nervenzelle, von sehr verschiedener physiologischer Bedeutung, denn während die Scheide nur eine zellgewebige Umhüllung des Ganzen darstellt, sind Inhalt, Kern und Kernkörperchen die wahrhaft nervösen Elemente, von denen es aber nicht bekannt ist und wahrscheinlich niemals bekannt werden wird, wie sie sich in die Nerventhätigkeit theilen und welches von ihnen für die Erzeugung derselben das wesentlichste Gebilde ist.

1. Dass sämmtliche Nervenzellen der peripheren Ganglien eine Scheide besitzen, ist eine von allen Forschern anerkannte Thatsache. Ob aber den centralen Nervenzellen eine Scheide zuzuschreiben sei, darüber haben sich die Mikroskopiker bis zum heutigen Tage noch nicht geeinigt, denn während die Scheiden der centralen Nervenzellen von den Einen direct beobachtet wurden, werden sie von den Andern gänzlich geläugnet. Zu den Letzteren gehören ausser Stannius, welcher die Hülle der centralen Nervenzellen bei *Petromyzon* vermisste, und R. Wagner, der sie bei denen des elektrischen Gehirnlappens des Zitterrochens nicht finden konnte, namentlich Bidder und Kupffer, und in der allerjüngsten Zeit Max. Schultze.

Bidder und Kupffer sagen [2]): „Die Zellen sind im Rückenmarke von einer besonderen, ihnen eigenthümlich angehörenden Hülle nicht umgeben, sondern in die zahlreichen und verschieden gestalteten Hohlräume der gemeinsamen bindegewebigen Grundlage des Rückenmarkes eingelagert"; und an einer anderen Stelle [3]): „Ein scharfer, dunkler Contour, der optische Ausdruck einer besonderen, die Zellen umgebenden häutigen Hülle findet sich durchaus nicht".

Max. Schultze erklärt die Ganglienzellen des Gehirnes, Rückenmarkes und der *retina* für *cellulae gangliosae nudae* [4]), das heisst, für solche, die von keiner eigenen Membran umgeben sind.

Den Übergang von den genannten Forschern, welche keine eigene Membran centraler Nervenzellen gesehen haben, zu jenen, welche eine solche mit aller Bestimmtheit beobach-

---

1) Siehe Stilling, l. c. pag. 776 — 834.
2) l. c. pag. 31.
3) l. c. pag. 56.
4) l. c. pag. 22.

teten, bilden diejenigen, welche eine Zellmembran blos gesehen zu haben glauben, so namentlich Kölliker, der noch in neuester Zeit sagt[1]): „Ich glaube an den grossen vielstrahligen Nervenkörpern im Rückenmarke und kleinen Gehirne des Menschen und auch hie und da an anderen eine Membran zu sehen", und „dass es auch im Centralorgane gelingt, unter Zuziehung von Reagentien an den grösseren Zellen die Membran ziemlich bestimmt zu sehen" [2]).

Dagegen nimmt Stilling die Existenz der Scheiden an den Nervenzellen im ausgedehntesten Masse an. „Die Hülle oder Scheide der Zelle", sagt Stilling, „findet sich an einer jeden Nervenzelle mehr oder weniger deutlich". Von den anderen Forschern, welche eine Membran centraler Zellen sahen, will ich nur Kupffer und Owsjannikow nennen.

Kupffer, welcher 1857 die Hülle der Zellen im Rückenmarke gänzlich läugnet, fand sie 1854 im Froschrückenmarke, wo er sie als „eine äusserst zarte Haut" bezeichnet[3]).

Owsjannikow erkannte sie im Fischrückenmarke an solchen Präparaten, wo der Zelleninhalt sich von der Scheide zurückgezogen hatte. „*Acidi chromici effectu diutius continuato imprimis si solutionem paulo magis concentratam in usum vocaveris, cellulae nerveae substantia paululum corrugatur, ita ut vaginam suam, qua statu recenti arctissime cincta est, jam non totum expleat. Itaque praesertim in segmentis transversis cellulae circumferentia pellucida sunt circumdatae*" [4]).

Diese Beschreibung Owsjannikow's von der Einwirkung der Chromsäure auf den Zelleninhalt ist sehr naturgetreu. Auch mir ist es gelungen, an einzelnen Präparaten, welche von lange in Chromsäure gehärteten Rückenmarken gewonnen wurden, Nervenzellen zu beobachten, deren Inhalt sich von der Scheide ganz oder theilweise zurückgezogen hat, so dass die letztere dadurch auf's Deutlichste sichtbar wurde. Wenn man solche Bilder, wie sie Fig. 14 und 15 abgebildet sind, nur einmal gesehen hat, so kann man wahrlich an der Existenz der Scheiden der centralen Zellen nicht mehr zweifeln. Beide (in Fig. 14 und 15 abgebildeten) Nervenzellen finden sich in Chromsäure-Karminpräparaten aus dem Rückenmarke von *Lota vulgaris*. In beiden Fällen hat sich der Inhalt von der Scheide der Zelle derartig zurückgezogen und um die Kerngebilde angehäuft, dass die letzteren ganz verdeckt und durchaus nicht zu erkennen sind. Die ebenfalls roth gefärbten Scheiden aber sind ganz ausgezeichnet zu sehen. Ich verwahre mich ausdrücklich gegen Bidder und Kupffer, dass die von mir beobachteten Scheiden etwa „die Grenze des an die Hohlräume (in welchen die Zellen eingebettet sein sollen) anstossenden Bindegewebes" seien. Diese Scheiden haben mit den Fasern der grauen Substanz (dem Bindegewebe der Dorpater), welche über und unter ihnen hinweg gehen, gar nichts gemein.

Übrigens sind die roth gefärbten Scheiden der mit ungefärbtem Inhalte versehenen Gehirnzellen häufig ohne Weiteres deutlich zu sehen. An den Ganglienzellen mit roth gefärbtem Inhalte nun, bei denen sich der Inhalt von der Scheide nicht zurückgezogen hat, (und das ist ja die allergrösste Mehrzahl derselben), sieht man allerdings häufig bei starken Vergrösserungen als äusserste Begrenzung eine blassrothe Doppelcontour, welche durch ihre geringere Färbungsintensität sich von dem Inhalte unterscheidet. Allein ohne die directe

---

[1]) l. c. pag. 282.
[2]) l. c. pag. 280.
[3]) l. c. pag. 18.
[4]) l. c. pag. 32.

Beobachtung isolirter Scheiden könnte man diese geringere Färbungsintensität des äussersten Theiles der Ganglienzellen daraus erklären, dass der Inhalt der sphäroidischen Zelle an der äusseren Zellenbegrenzung den geringsten Durchmesser, mithin die schwächste Färbung zeigt. Wenn man aber einmal die isolirten Scheiden zweifellos beobachtet hat, so ist Einem auch einleuchtend, dass diese äusserste, bei starken Vergrösserungen als schwachrothe Doppelcontour erscheinende Schichte der Zelle nichts anderes, als die Zellmembran ist.

Die Erfahrung, dass man die Zellenscheiden besonders deutlich an solchen Zellen beobachtet, deren Inhalt sich von denselben zurückgezogen hat, hat auch Stilling gemacht. „Die Hülle der Zelle findet sich insbesonders deutlich an denjenigen Zellen, deren Parenchym durch die Wirkung der Chromsäure .... zusammengeschrumpft und aus diesem Grunde von der umgebenden Masse der benachbarten Nervensubstanz, resp. von seiner Hülle zurückgezogen oder .... abgerissen, gleichsam isolirt worden ist“.

Über die Scheiden der peripherischen Ganglienkugeln ist Nachfolgendes zu bemerken. Kölliker sagt von den Nervenzellen in den peripherischen Ganglien[1]): „Durch ein besonderes Gewebe werden die einzelnen Zellen in ihrer Lage erhalten und von ihren Nachbarn und den Nervenröhren getrennt, welches an isolirten Zellen wie eine besondere Hülle derselben erscheint und daher auch äussere Scheide derselben genannt wird, in der That jedoch ein das ganze Ganglion durchziehendes System von vielfach verbundenen kleinen Scheidewänden darstellt, die die einzelnen Zellen zwischen sich aufnehmen und nur seltener als bestimmt abgegrenzte Hülle einzelner Kugeln auftritt“.

Wenn man durch ein in Chromsäure gehärtetes peripherisches Ganglion, z. B. das *Trigeminus-* oder *Vagus-*Ganglion des Frosches oder des Kaninchens einen feinen Durchschnitt macht, denselben mit Karmin infiltrirt, und nachdem man ihn mit Alkohol entwässert und mit Terpentin durchsichtig gemacht hat, unter dem Mikroskope betrachtet, so bietet sich Einem ein schönes Bild dar. Fast alle Ganglienkugeln zeigen sich von ihren äusseren Scheiden zurückgezogen. Man sieht die in Masse neben einander liegenden Ganglienzellen von einem zierlichen roth gefärbten Maschenwerke durchbrochen. Meistens findet sich in der Mitte jeder Masche eine Ganglienkugel, öfters sind erstere aber auch leer, indem die ursprünglich da befindlichen Zellen aus dem dünnen Schnitte herausgefallen sind. Man erkennt da gar bald, dass diese äusseren Scheiden nicht seltener als bestimmte abgegrenzte Hüllen einzelner Ganglienkugeln auftreten; sondern dass jede Ganglienzelle eine ihr eigenthümliche äussere Scheide besitzt, dass niemals zwei Ganglienkugeln in einer äusseren Scheide beisammen liegen. Die Fig. 13 abgebildeten Ganglienzellen und äusseren Scheiden sind vom Rande eines Präparates genommen, welches ein Durchschnitt durch das Ganglion *Gasseri* des Frosches ist. Aus der mittleren der drei Scheiden ist die Ganglienzelle herausgefallen, in der obersten und untersten, nicht ganz erhaltenen, weil am Rande des Durchschnittes gelegenen Scheide findet sich je eine Ganglienkugel, deren Inhalt sich von ihr zurückgezogen.

Dass aber diese äusseren Scheiden die wirkliche und eigentliche Bedeutung von Scheiden haben, davon überzeugt man sich am besten auf solchen Gangliendurschschnitten, wo die Ganglienzellen nicht in Masse neben einander, sondern nur vereinzelt liegen, so z. B. auf einem Durchschnitte durch das *Trigeminus-*Ganglion der Forelle. Die vereinzelt liegenden Ganglienzellen zeigen hier ganz kolossale, von dem umgebenden Nerven- und Bindegewebe sehr scharf

---

[1]) l. c. pag. 329.

abgegrenzte intensiv roth gefärbte äussere Scheiden. Die äussere Scheide einer solchen Fig. 9 abgebildeten Zelle ist eine von den schwächeren. Öfter aber sieht man die faserige Membran, welche diese Scheiden constituirt, sich sogar spalten, und eine Insel einschliessend sich wieder vereinigen. Es ist kein Zweifel, dass diese äusseren Scheiden der Ganglienzellen die Isolirung derselben gegen ihre Nachbarn und gegen anderes Gewebe weit besser bewirken, als die sogenannten inneren oder eigentlichen Scheiden.

Diese sind auf Durchschnitten durch die Ganglien entweder gar nicht sichtbar (sie blieben dann an den äusseren Scheiden haften, während der Inhalt sich zurückzog), oder sie erscheinen auch bei starken Vergrösserungen nur in der Form einer einfachen, den Inhalt scharf begrenzenden Linie, oder endlich sie sind von messbarer Breite, sie zeigen bei stärkeren Vergrösserungen ausgezeichnete Doppelcontouren, wie namentlich die sich nicht färbenden inneren Scheiden der Zellen aus den peripherischen Ganglien des Kalbes.

Was nun die feinste Structur dieser Gebilde anbelangt und zwar, was zunächst die der Scheiden der Nervenzellen im Centralorgane betrifft, so erscheinen dieselben, sowohl die Scheiden der weissen Gehirnzellen, als jene der Zellen im Rückenmarke, welche dadurch, dass sich der Inhalt von innen zurückzog, isolirt sichtbar wurden, bei schwachen Vergrösserungen als einfache scharf begrenzte Linien, bei Anwendung höherer, 450 — 1100facher Vergrösserungen als Gebilde, welche eine scharf begrenzte, vollkommen geschlossene, den Zelleninhalt rings umkreisende Doppelcontour besitzen, aus welcher weder nach aussen in die benachbarte Nervensubstanz, noch nach innen gegen das eigentliche Parenchym der Zelle hin irgend welche Verbindungsfasern abgehen.

In dieser Doppelcontour ist selbst bei Anwendung stärkster Vergrösserungen keine weitere Structur mit Sicherheit zu erkennen, so dass man diese Membran immerhin als structurlose Membran bezeichnen mag. Die von Stilling gegebene Beschreibung des feinsten Baues der Nervenzellenhülle, welcher gemäss dieselbe aus einem unentwirrbaren Filze sogenannter Elementarröhrchen bestehen, an zahlreichen Stellen eine Unterbrechung der Doppelcontour darbieten, und endlich Fortsätze nach aussen und innen abschicken soll, kann ich in keinem einzigen Punkte bestätigen.

Namentlich in Betreff des letzteren Punktes, nämlich der Verbindung der Zellenhülle mit dem Zellenparenchyme durch Fasern, eines Gegenstandes von physiologischer Wichtigkeit, kann ich mit grosser Bestimmtheit versichern, dass eine solche Verbinduug nicht existirt. Der leere Raum, welcher zwischen Zellenhülle und Inhalt entstehet, wenn sich letzterer von ersterer zurückzieht, ist nicht, wie Stilling angibt, blos ein scheinbar leerer Raum, in welchem man bei Anwendung stärkster Vergrösserungen ein Fasergewirre hinziehen sieht, sondern er ist es wirklich, wie ich dies auf sehr dünnen Segmenten aus der grauen Rückenmarkssubstanz, wo sich jene Verhältnisse darboten, sattsam erkannt habe. Wenn die Segmente nicht allzu dünn sind, sieht man allerdings bei starken Vergrösserungen feine Fasern in diesem Zwischenraume hinziehen, welche aber nichts anderes, als die darüber und darunter liegenden Fasern der grauen Substanz sind, welche für Verbindungsfasern zwischen Hülle und Parenchym zu halten, ich mich wohl gehütet habe.

Es wäre auch eine solche Verbindung immerhin merkwürdig, wenn gerade nicht unmöglich, da die Scheiden der Nervenelemente nichts als bindegewebige Umhüllungen sind, welche die Bestimmung haben, die Nervenfasern und Nervenzellen gegen das umgebende Gewebe zu isoliren. Ich schliesse dies namentlich daraus, dass die Scheiden der centralen Nervenzellen

sich in ihrem Baue eigentlich durch nichts unterscheiden von den äusseren Scheiden vieler peripherischer Ganglienkugeln, welche für etwas Anderes, als für Bindegewebe zu halten, wohl noch Niemand in den Sinn gekommen ist.

Eine Stelle bei Stilling muss ich hier aber wörtlich anführen[1]): „Was die Unwesentlichkeit der Hülle betrifft, die Kölliker anführt, so wird er gewiss nicht darauf bestehen wollen. Was uns bisher unwesentlich vorkam, lag nur in unserer willkürlichen Idee, allenfalls auf den Scheingrund basirt, dass es Ganglienkugeln ohne Hülle gebe (in den Centraltheilen). Diese Ansicht ist aber ebenfalls unhaltbar; und an einer Ganglienkugel ist die Hülle nicht unwesentlicher, als ihr *Nucleus* etc. Wir kennen ja noch viel zu wenig die Bedeutung, welche der Zellmembran zukommt, als dass wir uns unterfangen dürften, solche für einen unwesentlichen Theil zu erklären. Endlich wird Kölliker gewiss auch zugeben, dass zwischen Zellmembran und Zelleninhalt der Ganglienkugel irgend eine Verbindung bestehen müsse. Denn eine Ganglienkugel in einer Zellmembran eingeschlossen und ohne alle andere Verbindung ausser dem blossen Contacte — hätte für die Wissenschaft gar keinen Sinn. Die Ganglienkugel würde dann wie ein fremder Körper in der Zellmembran eingeschlossen sein“.

Nun ist es aber den meisten Andern ausser Stilling klar, dass die Ganglienkugel wirklich als ein fremder Körper in ihrer zellgewebigen Hülle liegt. Wenn aber eine von einer bindegewebigen Hülle eingeschlossene Ganglienkugel (deren Hülle aber, wie sich von selbst versteht, nicht gegen die Fortsätze abschliesst, sondern sich auf dieselben fortsetzt) für die Wissenschaft gar keinen Sinn hat, so hat auch das von seinen Häuten eingeschlossene Gehirn, der von seinem Neurilem umgebene peripherische Nerve ebenfalls für die Wissenschaft gar keinen Sinn, da es bis jetzt noch nicht bekannt ist, dass Hirnhäute oder Neurilem nervöse Gebilde wären, welche in einem organischen Zusammenhange mit dem Nervengewebe des Gehirnes oder des peripherischen Nerven ständen, da mithin Gehirn und Nerve als fremde Körper in ihren Umhüllungen liegen.

Wenn übrigens die Scheiden centraler Ganglienzellen aus demselben Nervengewebe, wie der Zelleninhalt, beständen, so wäre nicht leicht zu verstehen, warum durch die Wirkung concentrirterer Chromsäure gerade nur die Elementarröhrchen des Inhaltes verschrumpften, während die Scheide dadurch nicht afficirt würde. Ich erkläre mir die Erscheinung, dass auf Präparaten, welche in concentrirterer Chromsäure gelegen hatten, der Inhalt öfter von der Scheide zurückgezogen erscheint, einfach dadurch, dass der Inhalt, welcher aus verschiedenen Eiweisssubstanzen besteht, durch intensivere Wirkung der Chromsäure rascher geronnen und stärker geschrumpft ist, während natürlich eine solche Wirkung auf die zellgewebige Scheide ausblieb.

Die inneren Scheiden peripherer Ganglienkugeln sind structurlose Membranen. Sie zeigen, wie oben erwähnt, bei starken Vergrösserungen theils einfache, theils aber ausgezeichnete Doppelconturen. Zur Demonstrirung von Scheiden letzterer Art empfehle ich besonders die Ganglien des Kalbes. An Chromsäure-Karminpräparaten aus solchen Ganglien erkennt man die Scheiden bei schwachen und starken Vergrösserungen desshalb besonders gut, weil sie sich nicht färben. Sie umgeben bei stärkeren Vergrösserungen als eine glänzend weisse,

---

[1]) L. c. pag. 832.

nirgends unterbrochene Doppelcontour, welche weder nach aussen, noch nach innen Fortsätze abschickt, den roth gefärbten Zelleninhalt, wie dies Fig. 10 zeigt.

Die äusseren Scheiden peripherer Ganglienzellen endlich erscheinen entweder als structurlose Membranen (Frosch, Kaninchen) oder mit deutlich faserigem Gefüge (Forelle), manchmal auch ausgezeichnet gefasert (Schildkröte), oder endlich sie bestehen, wie man sich besser an frischen, als an Chromsäurepräparaten überzeuget, aus Zellen, die nach Art der Epithelialzellen an einander gelagert sind (Kalb) [1].

2. Der Inhalt der Nervenzellen bietet bei den stärksten Vergrösserungen eine dreifache Elementarstructur dar. Er zeigt entweder auch bei der schärfsten Beobachtung keine Spur von einer inneren Structur und erscheint demgemäss als eine gleichartige Masse, oder er bietet eine körnige Textur dar, und zwar gehören die Körner, die ihn zusammensetzen, einerseits zu den feinsten ihrer Art, sind als Elementarmolecüle zu betrachten, oder sie sind von grösseren messbaren, wenn auch immer noch ausserordentlich kleinen Dimensionen.

Von erst genannter Beschaffenheit, ohne alle erkennbare Structur ist der sich nicht färbende Inhalt schon früher besprochener Gehirnzellen. Dieser erscheint auch bei den stärksten Vergrösserungen als eine weisse homogene Masse, welche jeder Erkenntniss ihres molecularen Baues Trotz bietet.

Eine äusserst feinkörnige Zusammensetzung zeigt der sich roth färbende Inhalt der centralen Ganglienzellen. In diesem könnte man bei Anwendung mittelstarker Vergrösserungen (200 — 500), wenn man eine vorgefasste Meinung für die Existenz der Stilling'schen Elementarröhrchen mitbrächte, solche sogar zu sehen glauben, indem der Inhalt hierbei ein sehr undeutlich feinst faseriges Gewebe zeigt. Aber gerade bei Anwendung der stärksten (7 bis 1000fachen) Vergrösserungen kann man erkennen, dass diese anscheinend feinsten Fasern Aneinanderreihungen von Körnchen feinster, molecularer Art sind, und dass man wirklich das ganze Gewebe des Inhaltes als aus feinsten Elementarkörnern zusammengesetzt betrachten muss. Der roth gefärbte Inhalt der centralen Nervenzellen bot mir immer das gleiche und zwar das eben beschriebene Bild dar.

Von gröberer Textur ist endlich der Inhalt der meisten peripheren Ganglienkugeln. Die Körner derselben, $^1/_{1500}$ — $^1/_{2000}$ Millim. im Durchmesser, sind in vielen Fällen bei 450facher Vergrösserung recht deutlich wahrzunehmen.

Die Anwendung höchster Vergrösserungen lehrt uns über die Structur dieser Körner nichts weiter, als dass sich in ihrer Mitte eine dunklere Stelle erkennen lässt. Die peripheren Ganglienkugeln mancher Thiere eignen sich besonders zur Beobachtung letzterer Verhältnisse, so die des Kalbes und des Frosches, bei welchen letzteren der Inhalt in einigen Fällen einer Maulbeere nicht unähnlich sich zeigte.

Der Aggregatzustand des Inhaltes ist ein mehr weniger fester, was daraus hervorgeht, dass er sich mit dem Messer schneiden lässt. Der Inhalt der centralen Zellen überbietet den der peripherischen an Dichtigkeit, indem er durch Druck sogar zum Zerreissen, Zerklüften gebracht werden kann, was bei dem minder festen Inhalte der peripheren Zellen nicht gelingt.

Dass ich nach dem kurz vorher Gesagten eine Zusammensetzung des Zelleninhaltes, wie sie Stilling beschreibt, nicht zugeben kann, ist selbstverständlich. Eben so habe ich die von Stilling beschriebene Doppelcontour des Inhaltes und die Fortsätze, durch welche der-

[1]) Siehe Kölliker, l. c. pag. 329.

selbe einerseits mit der Scheide, andererseits mit dem Kerne zusammenhängen soll, niemals gesehen.

Ich glaube, dass gegen die Zusammensetzung des Inhaltes aus Elementarröhrchen auch ein Verhalten der centralen Zellen spricht, welches schon Kupffer im Froschrückenmarke richtig beobachtete[1]). „*Si lamellula vitrea res microscopio submissas tegente cellulam solitariam presseris, haec ab initio satis elasticam se exhibet, pressione adaucta autem perrupta planitiem rupturae praebet laevem, ne minimo quidem fluidi vestigio deprehenso*".

In der That sind in den Fällen, wo der Zelleninhalt durch Druck Risse erhalten hat, die Rissränder glatt, und zwischen denselben findet sich (allerdings keine Spur einer Flüssigkeit, aber auch) keine Spur von Elementarröhrchenfragmenten, es besteht da vielmehr ein leerer Raum.

Dass der Inhalt mit der Zellenhülle in keiner innigen Verbindung steht, habe ich oben gezeigt. Verbindungsröhrchen zwischen Kern und Inhalt habe ich ebenfalls nie direct beobachtet; dass aber eine innige Verbindung zwischen Kern und Inhalt überhaupt nicht existirt, habe ich mich öfters zu überzeugen Gelegenheit gehabt. An dem Rande eines Präparates aus dem *sympathicus* des Kaninchens (Fig. 8) ist von einer Ganglienkugel nur die Hälfte ihres Inhaltes in Form eines Halbmondes zurückgeblieben, während der andere Theil des Inhaltes sammt dem Kerne von dem Messer hinweggenommen wurde. Wäre die Verbindung des Kernes mit dem Inhalte eine innige, so könnte der Kern wohl schwerlich aus der Nische des Inhaltes, in welcher er steckt, in der Art heraus gehoben werden, dass der rückbleibende Inhalt eine sehr scharf begrenzte, der Form des Kernes vollkommen entsprechende Contour darbietet. Es müssten, wenn der Kern gewaltsam vom Inhalte losgerissen würde, Spuren einer solchen Trennung am rückbleibenden Inhalte sichtbar sein. Er könnte unmöglich die dem Kerne genau entsprechende halbkreisförmige Contour an dieser Stelle darbieten, und es müssten wenigstens Spuren von zerrissenen Elementarröhrchen sichtbar sein. Allein der dem Kerne ursprünglich zugekehrte Rand des Inhaltes zeigte nichts von allem dem.

In anderen Fällen ist der Inhalt der Zellen durch die Wirkung der Chromsäure so verschrumpft, dass er den Kern nicht mehr gänzlich bedeckt, und dieser mit einem kleinen Theile, zuweilen grossentheils, aus dem Inhalte herausragt. Fig. 13. Wie schon ein solches Zusammenziehen des Inhaltes beweist, dass er mit dem Kerne nur in loser Verbindung stehen kann, so wird die Annahme, dass der Kern in gar keine Verbindung mit dem Inhalte tritt, dadurch zur Evidenz erhoben, dass man an der vom Inhalte entblössten Contour des Kernes nicht die Spur einer Unterbrechung, oder abgerissener Elementarröhrchen entdeckt.

Schliesslich weiss ich nicht mit Sicherheit anzugeben, wie viel von diesem körnigen oder punktförmigen Ansehen des Zelleninhaltes als Product eines Gerinnungsprocesses oder der Chromsäurewirkung anzusehen, wie viel davon in der Natur der Sache begründet ist. Der Umstand, dass auch der Inhalt von frisch aus dem Zusammenhange genommenen Nervenzellen zuweilen ein körniges Ansehen darbietet, lässt vermuthen, dass die körnige Textur desselben, wie sie sich an Chromsäurepräparaten zeigt, zum Theile in der Natur der Sache begründet sein mag. Es ist aber auch möglich, dass sie blos der Ausdruck der Gerinnung der den Zelleninhalt constituirenden Eiweissstoffe ist. Und wenn auch mit der Annahme einer solchen Gerinnung, wie Stilling sagt, Nichts erklärt ist, so dürfen wir uns desshalb doch nicht

---

[1]) l. c. pag. 18.

verleiten lassen, uns eine irrige Vorstellung von der Zusammensetzung des Inhaltes im lebenden Zustande zu machen. Diese Zusammensetzung des Zelleninhaltes im Leben kennen wir durchaus nicht.

3. Der Kern der Zelle ist entweder ein dicht gefügtes Gebilde, oder er stellt eine Blase mit mehr oder weniger dicker structurloser Wandung dar. In ihrem Innern ist diese Kernblase, ausser dass sie ein oder zwei Kernkörperchen enthält, entweder mit sich roth färbenden Körnern dicht angefüllt, oder es stellt ihr Inhalt eine gleichartige, structurlose, in Karmin sich nicht färbende Masse dar, in welcher bald gar keine oder nur sehr wenige, bald eine grössere Menge sich mehr oder weniger rothfärbender Körner und Bläschen, auch anscheinend faserartige Gebilde sichtbar sind.

Wir sehen daraus, dass der Zellenkern mannigfache Charaktere auf Chromsäure-Karminpräparaten darbieten kann, und er ist es namentlich, dessen Verschiedenheiten mich zur Begründung einer Differentialdiagnose der Ganglienkugeln führten.

Ein dicht gefügtes Gebilde stellt der Kern der von mir im Centralnervensystem des Hechtes sub. 1 beschriebenen (motorischen) Zellen dar. Er ist von einer einfachen scharfen Contour gegen den Inhalt abgegrenzt. Bei schwachen und mittelstarken Vergrösserungen ist in seinem Gefüge keine weitere Structur zu erkennen. Bei den stärksten Vergrösserungen kann man noch eine Zusammensetzung desselben aus den feinsten Molecularkörnern gewahren. Er bietet also die gleiche Structur, wie der Inhalt der meisten centralen Nervenzellen überhaupt dar; nur muss man gestehen, dass er noch dichter gefügt ist, als jener.

Ein entschieden bläschenartiges Gebilde aber ist der Kern der im Centralnervensysteme des Hechtes sub 2, 3 und 4 beschriebenen Zellen, so wie sämmtlicher von mir untersuchten peripheren Ganglienkugeln.

Die äussere Contour, welche die Kernblase darbietet, ist entweder eine einfache oder eine doppelte. Sie ist eine einfache bei den centralen sub 2 und 3 beschriebenen Zellen des Hechtes und bei vielen peripheren Ganglienkugeln, eine ausgezeichnet doppelte aber bei den weissen Zellen im Gehirne, und häufig bei den peripheren Ganglienkugeln des Kalbes und Frosches. Es kann kein Zweifel bestehen, dass diese äussere Contour des Kernes der Ausdruck der Dicke seiner Wandung ist. Hat letztere eine bestimmte Zartheit erreicht, so bietet die Kernblase auch bei den stärksten Vergrösserungen keine deutliche Doppelcontour dar. Diese Contour ist nicht immer glatt, sondern sie zeigt bisweilen grössere oder geringere Ein- und Ausbiegungen, ist manchmal förmlich gezackt. Diese Zackungen der Contour sind zweifelsohne Chromsäurewirkung, indem der Inhalt des Kernes verschrumpfend die schwache Wandung in verschiedener Weise nach sich ziehet. Bei jenen Ganglienkugeln aber, deren Kern eine dicke Wandung besitzt, lässt sich diese oft schon bei schwachen (280fachen) Vergrösserungen als eine Doppelcontour erkennen. Diese Doppelcontour des Kernes, wie sie sich so ausgezeichnet bei oben angeführten Ganglienzellen findet, hat demnach mit der von Stilling beschriebenen, bei den stärksten Vergrösserungen erscheinenden Doppelcontour des Kernes nichts gemein. Die Contour des Kernes, sowohl die einfache als die doppelte, ist immer (mit Ausnahme einiger von jenen Fällen, wo Fasern aus dem Kerne entspringen) vollkommen geschlossen und schickt weder nach aussen, noch nach innen Verbindungsröhrchen.

Der Inhalt des Kernes stellt entweder eine durchsichtige, sich nicht färbende Masse dar, in welcher keine weiteren Spuren einer Organisation zu entdecken sind. Im ausgezeichnetsten Grade zeigen dieses Verhalten die Kerne der Ganglienzellen des *Sympathicus* des

Kaninchens. Oder es treten in dieser farblos durchsichtigen Substanz einzelne sich roth färbende Körner von molecularen oder messbaren Dimensionen auf. Häufig zeigt sich dieses in den mit weissem Kerne versehenen Nervenzellen im Hechtrückenmarke, in den weissen Kernen der Ganglienkugeln der Taube, der Forelle. Diese rothen Körner können auch in Reihen zusammtreten, wie sich dies so ausgezeichnet bei den Ganglienkugeln des Frosches nicht selten zeigt.

Es können ferner diese im Kerne auftretenden Gebilde den Charakter von kleinen Bläschen haben, indem sie eine dunklere äussere Contour und eine hellere Mitte darbieten. Solche Bläschen zeigen sich in dem Kerne der Zellen der peripheren Ganglien des Hechtes, der Schildkröte.

In allen diesen Fällen ist die Anzahl der in der Grundsubstanz des Kernes auftretenden roth gefärbten Gebilde nicht so gross, dass der Kern nicht immer noch den Charakter eines weissen Kernes bewahren würde.

Allein es können weiters diese Körner in der Grundsubstanz des Kernes sich so anhäufen, dass letztere dadurch im Ganzen eine rothe Färbung erhält. Dabei können die rothen Körner im Kerne bei starken Vergrösserungen noch deutlich von einander getrennt erscheinen, der Kern ist dann weniger intensiv gefärbt, als der gleichfalls roth gefärbte Inhalt, wie bei den Ganglienzellen des kleinen Gehirnes und gewissen Zellen im Rückenmarke des Hechtes; oder es ist der Kern mit roth gefärbten Körnern dicht angefüllt, wie bei den peripherischen Ganglienkugeln des Kalbes. Ein solcher Kern bietet dann eine intensivere Färbung als der Inhalt dar, und zwar aus dem Grunde, weil die Körner des Kernes, welche einen grösseren Durchmesser besitzen, als jene des Inhaltes, und von denen jedes einzelne sich tiefer mit Karmin infiltrirt, dicht neben einander gelagert sind.

Schliesslich finden sich noch anscheinend faserähnliche Gebilde in weissen Kernen vor. Es ist dies unter den von mir untersuchten Ganglienkugeln nur bei denen der Schildkröte der Fall. Von der äusseren geschlossenen Contour des Kernkörperchens sieht man nämlich bei den Ganglienkugeln von *Emys europaea* nicht selten 1, 2 oder mehr bis 5 sehr feine dunkle, dunkelrothe Streifen gegen die Peripherie des Kernes ziehen, und mehr oder weniger von derselben entfernt, oder an der Peripherie selbst zu kleinen da sich befindlichen Bläschen treten. Diese Streifen sind die einzigen röhrigen oder faserigen Gebilde, die ich mit Sicherheit im Parenchyme des Kernes gewahrte, es sind die einzigen Gebilde, welche eine Ähnlichkeit mit den von Stilling beschriebenen Elementarröhrchen haben: aber selbst diese Streifen zerfallen bei Anwendung höchster Vergrösserungen in Reihen von Elementarkörnchen, wie denn eine solche Zusammensetzung derselben schon darin angedeutet ist, dass man in seltenen Fällen schon bei 450facher Vergrösserung Reihen elementarer, durch sehr kleine, aber noch erkennbare Zwischenräume getrennter Körner im Zellenkerne beobachtet, welche bei schwächeren Vergrösserungen als oben besagte Streifen sich manifestirten.

Bei allen diesen verschiedenen, jetzt beschriebenen Arten von Kernen wäre es nur bei jenen mit dem dichten Gefüge, vielleicht noch bei denen, welche mit gröberen Körnern ganz dicht erfüllt sind, möglich, mit Mikroskopen bester Art die von Stilling gegebenen Structurverhältnisse des Kernes sehen zu wollen. Allein in den ausgezeichnet bläschenförmigen Gebilden mit der dicken Wandung, den scharf abgegrenzten Körnern und Bläschen, einen Filz von Elementarröhrchen sehen zu wollen, ist schwer möglich.

Es fragt sich noch, wie viele von den beschriebenen Structurverhältnissen des Kernes in Wirklichkeit begründet, und wie viele dem Chromsäureeffect zuzuschreiben sein mögen. Es ist dieses sehr schwer zu entscheiden, namentlich in wie weit der Aggregatzustand der Kerne mit dem dichten Gefüge durch die Wirkung der Chromsäure geändert wird. Aber auch, in wie ferne die gröberen Körner, wie sie der Inhalt des Kernes bei den Kalbsganglienkugeln darbietet, in wie fern die im Kerne so vieler anderer Ganglienkugeln beobachteten Körner und Bläschen, so wie anscheinend röhrigen Gebilde (Reihen von Elementarkörnchen) als in der Natur der Sache begründet, oder als Chromsäurewirkung oder Gerinnungsproduct anzusehen sind, weiss ich nicht anzugeben. Es sei dem aber, wie ihm wolle, so Viel ist gewiss, dass, wenn jene Körnern und Bläschen ähnlichen Gebilde im Kerne nicht auch im lebenden Zustande existiren, die moleculare Anordnung der Theilchen in dem Kerne der verschiedenen Ganglienkugeln eine derartig constant verschiedene ist, dass nach Erhärtung in Chromsäure und Färbung in Karmin der Inhalt des Kernes der verschiedenen Ganglienkugeln sich in constant verschiedener Weise verändert, so zwar dass dadurch die Aufstellung differentialdiagnostischer Merkmale der verschiedenen Ganglienzellen ermöglicht wird.

Schliesslich erwähne ich, dass sich in jeder Ganglienkugel in der allergrössten Mehrzahl der Fälle nur Ein Kern findet, welcher mehr oder weniger excentrisch, beim Kalbe ausgezeichnet central steht. Zwei Kerne in einer Ganglienkugel habe ich nur ein einziges Mal bei einer Zelle aus dem *Trigeminus ganglion* der Forelle beobachtet.

4. Der *Nucleolus*, das Kernkörperchen, ist entweder ein äusserst dicht gefügtes Gebilde, oder es ist eine Blase, welche dann in ihrem Innern noch einen fünften, bläschenförmigen Bestandtheil der Ganglienzelle, welchen ich *Nucleololus*, des Kernkörperchens Kern, nennen will, einschliesst.

Ein sehr dicht gefügtes Gebilde ist der *Nucleolus* aller von mir untersuchten Nervenzellen mit Ausnahme der peripheren Ganglienkugeln der Schildkröte, welche eben einen bläschenförmigen *Nucleolus* mit eingeschlossenem *Nucleololus* besitzen.

Der *Nucleolus* mit dichtem Gefüge zeigt eine scharf begrenzte einfache äussere Contour, welche aber nicht immer eine vollkommene Kreislinie, in vielen Fällen ein deutliches Viereck, öfters ein Achteck darbietet. Aus dieser Contour gehen weder nach aussen, noch nach innen irgend welche Fortsätze ab.

Bei einer bestimmten Einstellung des *Nucleolus* in den *Focus* des Mikroskopes kann man an ihm häufig eine centrale Schichte erkennen. Diese centrale Schichte, welche dann dunkler gefärbt erscheint, als die periphere, ist von dieser durch eine hinlänglich scharfe Contour abgegrenzt. Sie bietet verschiedene Formen dar. Sie erscheint entweder nahezu in Form eines Kreises, oder in Form eines mehr oder weniger regelmässigen, auch ganz unregelmässigen Dreieckes oder Vieleckes.

Was die feinste Zusammensetzung der *Nucleoli* dieser Art, sowohl von deren centralen, als deren peripherischen Schichte betrifft, so ist dieselbe mit den heutigen optischen Instrumenten durchaus nicht zu erkennen. Man kann nicht einmal sagen, dass sich bei stärksten Vergrösserungen eine feinste moleculare Anordnung nachweisen liesse.

Ein Gebilde ganz anderer Art ist der *Nucleolus* der peripherischen Ganglienkugeln der Schildkröte. Wenn man die Ganglienkugeln (vom *G. Gasseri* z. B.) von *Emys europaea* auf einem in Karmin infiltrirten Durchschnitte untersucht, so erkennt man in dem weissen Kerne derselben im Allgemeinen bläschenförmige Gebilde, ferner Körner und auch (oben

besprochene) faser- oder röhrenähnliche Theile. Unter den Bläschen, welche sich durch eine rothe äussere Contour und eine helle Mitte kennzeichnen, ragt, wenn sich mehrere derselben in einem Kerne finden, eines durch seine Grösse hervor. Es entspricht dieses Bläschen dem *Nucleolus.* Wenn man denselben mit 450facher und steigender Vergrösserung betrachtet, so erkennt man in seiner Mitte ein roth gefärbtes, über $^1/_{1500}$ bis $^2/_{1500}$ Millim. im Durchmesser haltendes kreisrundes Gebilde, welches sich dadurch, dass es im Centrum heller erscheint, als an der Peripherie, ebenfalls als ein Bläschen offenbaret.

Dieser im Centrum des *Nucleolus*-Bläschens gelegene *Nucleololus* charakterisirt es von den anderen im Kerne gelegenen Bläschen und ist eben nur jenes von diesen Gebilden als *Nucleolus* zu betrachten, welches in seinem Inneren den *Nucleololus* zeigt.

Der *Nucleolus* der peripheren Ganglienkugeln der Schildkröte zeigt demnach auf Karminpräparaten bei stärkeren Vergrösserungen deutlich 3 Schichten. Die innerste, roth gefärbte Schichte entspricht dem *Nucleololus*, die mittlere, weisse, ungefärbte stellt uns den sich nicht färbenden Inhalt des *Nucleolus*-Bläschens dar, und die äusserste endlich, in Form einer rothen, vollkommen geschlossenen, gewöhnlich ein Vieleck darstellenden Doppelcontour ist nichts Anderes als der Ausdruck der Dicke der Wandung des Kernkörperchens.

Stilling beschreibt den *Nucleolus* als ein aus 3 Schichten bestehendes Gebilde. Der *Nucleolus* soll eine innerste rothe, eine mittlere blaue und eine äussere orangegelbe Schichte besitzen. Über diese Farbenerscheinungen kann ich nicht urtheilen, da mein Mikroskop, wie ich bereits oben erwähnt, auch bei den stärksten Vergrösserungen keine Spur anderer Farbenerscheinungen zeigt, als solcher, welche in der Färbung des Präparates selbst begründet sind. Ich verwahre mich aber gegen Stilling feierlich, dass das von mir als *Nucleololus* beschriebene, in Karmin sich roth färbende Gebilde etwa ganz und gar eine Interferenzerscheinung sei, oder dass wenigstens seine Farbe nicht durch Karmin bewirkt würde, sondern dieselbe Ursache hätte, wie die rothe Färbung der von Stilling beschriebenen centralen *Nucleolus*-Schichte. Es kann nämlich gegen die wirkliche Existenz und die wirklich von Karmin bewirkte rothe Färbung des *Nucleololus* desshalb kein Zweifel Platz greifen, weil wenn man einmal weiss, wo man denselben zu suchen hat, man ihn schon bei 200facher Vergrösserung erkennt.

Wie weit der Aggregatzustand der dicht gefügten *Nucleoli* durch Chromsäure verändert wird, ist mir nicht bekannt. Der mit einem *Nucleololus* versehene bläschenförmige *Nucleolus* scheint durch Chromsäure keine Änderung zu erleiden.

Die Anzahl der in einem Kerne vorkommenden *Nucleoli* anlangend, so findet sich in der überwiegenden Mehrzahl der Zellenkerne nur Ein *Nucleolus.* Zwei und mehrere Kernkörperchen in einem Kerne wurden jedoch schon von vielen Forschern beobachtet. Stilling hält dagegen das Vorkommen eines doppelten *Nucleolus* für zweifelhaft. „Bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen wird man unzweideutig finden, dass die vermeintlichen doppelten *Nucleoli* nicht vollkommen einander gleich sind. Einer derselben wird immer grösser oder schärfer erscheinen; der andere oder die anderen kleiner oder blässer, weniger scharf hervortretend. Die blässeren und kleineren, undeutlicher erscheinenden *Nucleoli*, die neben dem entschieden scharf als solchen sich documentirenden *Nucleolus* auftreten, sind daher wahrscheinlich nicht als *Nucleoli* anzusehen, sondern als die Quer- oder Schrägdurchschnittsflächen von Axencylindern, resp. deren Fortsätzen innerhalb der Nervenzellen zu deuten."

Ich kann dagegen versichern, dass sich in höchst seltenen Fällen wirklich 2 *Nucleoli* in einem Kerne finden, die sich weder durch Grösse, noch durch irgend eine andere Eigenschaft von einander unterscheiden. Ich habe dieses bei einer Ganglienkugel des Kalbes und bei einer der Schildkröte gesehen.

Auf den doppelten *Nucleolus* in dem Kerne einer Kalbsganglienkugel wurde ich dadurch aufmerksam gemacht, dass ich bei der Musterung der auf einem Chromsäure-Karminpräparate aus dem *Ganglion Gasseri* des Kalbes enthaltenen Ganglienkugeln, deren Kernkörperchen immer ganz ausgezeichnet central stehen, eine Zelle gewahrte, in deren Kerne der *Nucleolus* nicht central, sondern nahezu wandständig gelagert war. Die Einstellung des Mikroskopes ändernd, fand ich nun an der gegenüberliegenden Wand des Kernes ein zweites mit allen Charakteren des *Nucleolus* ausgestattetes Gebilde, einen zweiten *Nucleolus*, der sich auch in seiner Grösse von dem zuerst beobachteten nicht unterschied.

Eben so sah ich in einem Falle in dem Kerne einer Ganglienkugel von *Emys europaea* 2 *Nucleoli*, jeden durch einen *Nucleololus* ausgezeichnet.

Mehr als 2 *Nucleoli* habe ich in einem *Nucleus* nicht beobachtet. Eine eigenthümliche Erscheinung ist, dass im Kerne der weissen Gehirnzellen sich ein *Nucleolus* niemals deutlich meiner Beobachtung darbot, wiewohl diese Zellen wahrscheinlich eben so ihren *Nucleolus* besitzen, wie alle anderen.

5. Über die Structur der dicken, von der Nervenzelle abgehenden Fortsätze habe ich nur zu bemerken, dass sich an ihnen, wenn man sie in ihrer Continuität untersucht, entweder gar keine Structur nachweisen lässt, oder dass man eine feinste moleculare Anordnung, wie an dem Inhalte der Nervenzellen, erkennen kann. Die dicken Fortsätze der centralen, mit einem roth gefärbten Inhalte versehenen Zellen sind in der That wahrhafte Fortsetzungen des Zelleninhaltes, mit dem sie allein in Verbindung stehen.

An den weissen Zellen in den Grosshirnhemisphären habe ich nie mit Sicherheit Fortsätze abgehen gesehen, mit Ausnahme eines einzigen Falles, in welchem der Fortsatz aus dem Kerne entsprang. Das Entspringen von Fortsätzen aus dem Kerne habe ich auch zweimal an peripheren Ganglienkugeln beobachtet, wie ich es früher beschrieben habe.

Da die Zellenfortsätze sich von Axencylindern markhaltiger Fasern durch nichts Wesentliches unterscheiden, so muss von ihrem mikroskopischen Verhalten auf dem Querschnitte dasselbe gelten, wie von den Axencylindern, wovon weiter unten.

Was die von Stilling beschriebenen feinsten Fortsätze der Nervenzellen sind, weiss ich nicht. Ich habe sie nie beobachtet.

Der feinere Bau der Nervenfaser[1]).

Es ist eine sehr missliche und wenig dankbare Sache, die von anderen Forschern gewonnenen Resultate als unbegründet hinzustellen, namentlich wenn man sich dabei darauf basiren muss, dass man jene Dinge nicht gesehen, welche die Anderen gesehen. Denn es ist klar, dass eine positive Beobachtung immer mehr Werth hat, als eine ganze Reihe negativer Angaben. Eben so misslich ist es auch gewiss, bei dem beständigen Fortschreiten der Wissenschaft wiederum einen Schritt rückwärts zu gehen; zu erklären, dass die endlich aufgefundene feinste Zusammensetzung eines Organs nicht existire, und dass man nach dem heutigen

[1] Siehe Stilling, l. c. pag. 701—775.

Standpunkte der Wissenschaft über die feinste Zusammensetzung des in Rede stehenden organischen Gebildes eigentlich gar nichts wisse.

Und dennoch bin ich eben im Begriffe, Beides zu thun. Ich muss einerseits nach meinen Untersuchungen eine Reihe von Vorkommnissen, welche Stilling an den einzelnen Bestandtheilen der Nervenprimitivfaser fand, als nicht existirend, läugnen, andererseits aber die ganze Theorie Stilling's über die feinste Zusammensetzung der einzelnen Theile der Nervenfaser, der Hülle sowohl als des Markes und des Axencylinders, als nicht begründet bezeichnen, um schliesslich zu gestehen, dass ich über die feinste Anordnung der molecularen Bestandtheile der Nervenfaser nichts vorzubringen weiss.

Ich thue dies namentlich gestützt auf unzweifelhafte Präparate und auf die Vortrefflichkeit meines Mikroskops. Wieder muss ich hier erwähnen, dass eine ganze Reihe der Stilling'schen Beobachtungen ihren alleinigen Grund hat in der geringeren Güte seiner Mikroskope, dass ich alle die von ihm in der Nervenfaser gesehenen Farbenerscheinungen, so wie andere als Interferenzerscheinungen gedeutete Phänomene mit meinem Mikroskope auch bei 1100facher Vergrösserung zu meiner grossen Befriedigung nicht auffinden konnte.

Ich will nun in Kürze das mittheilen, was man über die Structur der Nervenprimitivfaser auf Chromsäurepräparaten aus dem Fischrückenmarke und von peripherischen Nerven mit besten und stärksten Vergrösserungen erfahren kann. Auf eine ausführlichere historische Darstellung dieses Gegenstandes kann ich hier nicht eingehen, um so weniger, als man bei Stilling ohnehin alles Vorzubringende auf das Schönste zusammengestellt findet.

1. Was zunächst die Hülle der Nervenfasern und vor allem deren Existenz im centralen Nervensystem betrifft, so wird sie daselbst von Denjenigen geläugnet, welche auch an den centralen Nervenzellen keine Hülle aufzufinden vermochten, also namentlich von Bidder und Kupffer und Max. Schultze.

Bidder und Kupffer sagen[1]): „Zuerst die Untersuchung des Rückenmarkes der Fische und namentlich des *Petromyzon* haben mich zur Überzeugung gebracht, dass selbst die breitesten Rückenmarksfasern eine besondere, jeder einzelnen Faser eigene Hülle nicht besitzen, dass vielmehr eine dem ganzen Rückenmarke zukommende bindegewebige Grundlage gleich einem Schwamme zahlreiche in verschiedenen Richtungen hinziehende Hohlräume darbietet, in welche die Nervenfasern eingebettet sind. Eine selbstständige Primitivscheide, durch welche die die Nervenfaser constituirenden Theile zusammengehalten werden, fehlt hier also ganz."

Bei M. Schultze heisst es hierüber[2]): „*Admodum sane difficile est hac in re certum quiddam et omni dubitatione liberum decernere. Specie quidem, mea sententia, hoc commendatur, ut a fibris cerebri et medullae spinalis vaginam externam abesse judicemus.*"

Mit diesen Ansichten kann ich nicht übereinstimmen. Es ist allerdings richtig, dass es ungemein schwierig ist, sich von der Existenz der Scheiden der Nervenfasern im Centralnervensystem mit Sicherheit zu überzeugen, allein wenn Einem dieses auch nur ein einziges Mal gelungen ist, so wird man dann wohl nicht mehr geneigt sein, sie läugnen zu wollen.

Wenn man einen mit Karmin infiltrirten Durchschnitt aus dem Fischrückenmarke, z. B. vom Hecht oder der Forelle betrachtet, so erkennt man, dass die Querschnitte der einzelnen

---

[1]) l. c. pag. 25.
[2]) l. c. pag. 5.

Nervenprimitivfasern äusserst scharf gegen einander abgegrenzt sind. Man sieht, wie die Nervenröhren, namentlich der Seiten- und Hinterstränge von den Fasern des weit ausgedehnten Fasernetzes, welches von der grauen Substanz zur Peripherie des Rückenmarkes ausstrahlt, auf das Vielfältigste durchbrochen werden, auf die schönste Weise, indem die sich roth färbenden Fasern (theils Axencylinder, theils Bindgewebsfasern) zwischen den weissen Durchschnitten des Nervenmarkes in überraschender Weise sich kennzeichnen. Durch dieses Fasernetz nun wird namentlich in den Seiten- und Hintersträngen fast jede Nervenröhre von der danebenliegenden getrennt, vollkommen isolirt. In den Vordersträngen aber zeigt dieses Fasernetz eine viel geringere Entwickelung. Nur im obersten Theile des Rückenmarkes kann da eigentlich von einem solchen die Rede sein. Im übrigen Rückenmarke liegen die Nervenfasern in den Vordersträngen dicht neben einander, durch scharfe Contouren gegen einander abgegrenzt und von keinem Zwischengewebe durchbrochen. Es kann also wenigstens bei den Fasern der Vorderstränge der (von mir untersuchten) Fische von einer gemeinsamen bindegewebigen Grundlage, in welcher die einzelnen Axencylinder mit ihrer Markscheide stecken sollen, nicht die Rede sein, und es kann sich nur darum handeln, ob man an der äussersten Peripherie des Markes der Fasern eine eigene Schichte zu erkennen im Stande ist, die man als Scheide ansehen könnte. In der Mehrzahl der Fälle nun ist dieses nicht der Fall. Das um den rothen Axencylinder gelagerte weisse Nervenmark zeigt in seiner äussersten Schichte kein anderes Verhalten, als an anderen Stellen. In einigen wenigen Fällen jedoch sehe ich auf Präparaten, die sehr tief mit Karmin infiltrirt sind, als äusserste Begrenzung des weissen Nervenmarkes eine sehr deutliche rothe Contour, welche sich sowohl gegen das Mark der Faser, der sie angehört, als gegen das der Nachbarn schon durch ihre rothe Farbe sehr scharf abgrenzt. Dass diese rothe Contour als Nervenscheide zu deuten ist, darüber kann um so weniger ein Zweifel bestehen, als man sich auf mit Karmin infiltrirten Durchschnitten peripherer Nerven mit Leichtigkeit überzeugen kann, dass sich die Scheide derselben immer als eine rothe Contour, welche das Nervenmark umgibt, charakterisirt.

Nach diesen einzelnen Beobachtungen muss ich die Existenz der Scheide der Nervenfasern im Fischrückenmarke allgemein feststellen. Sie ist aber immer eine sehr zarte Membran, und selbst bei den riesenhaften, von mir im Fischrückenmark und Gehirne aufgefundenen, von Stieda[1]) als Mauthner'sche Nervenfasern aufgeführten Fasern, welche im Hirnstamme sogar einen Breitedurchmesser von $^1/_8$ Millim. erreichen, ist sie nicht immer deutlich als eine äusserste rothe Contour zu erkennen.

Stilling sieht die Scheide an allen, selbst den feinsten Nervenfasern des Rückenmarkes. Nichts desto weniger bezeichnet er sie nicht als eine eigene, vom Nervenmarke getrennte Schichte, sondern er lässt sie aus den äussersten Elementarröhrchen, welche auch das Mark zusammensetzen sollen, bestehen, ohne dass man eigentlich, nicht einmal aus seinen Abbildungen erkennt, wo das Mark aufhört und die Scheide beginnt.

An peripheren Nervenfasern wird die Existenz der Scheide von allen Forschern angenommen. Namentlich auf Durchschnitten peripherer Nerven, die mit Karmin infiltrirt sind erkennt man sie sehr ausgezeichnet dadurch, dass sie sich wie der Axencylinder, wenn auch weniger intensiv, wie dieser, roth färbt. Ich wundere mich sehr, dass Stilling dieses Verhalten der peripheren Scheiden nicht erkannte.

---

[1]) Über das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von *Esox Lucius* L. Dorpat 1861. Taf. I. Fig. IV. t.

Was nun die feinste Zusammensetzung der Nervenscheiden betrifft, so ist an der Scheide der centralen Zellen keine Spur einer Structur zu entdecken. Da man diese Scheiden nicht auf Längsschnitten der Fasern studiren kann, weil man sie da wegen des darüber oder darunter liegenden Markes unmöglich isolirt zu erkennen vermag, so ist man hierbei auf die wenigen Beobachtungen derselben auf dem Nervenfaserquerschnitte beschränkt. In einer Membran aber, welche nicht viel mehr als $^1/_{1500}$ Millim. in ihrem Dickedurchmesser hat, können wir, das müssen wir uns zugestehen, mit den heutigen Hilfsmitteln der Optik keine feineren Structurverhältnisse aufdecken.

Auch die peripherischen Nervenscheiden erscheinen in den meisten Fällen als structurlose Membranen, in einigen Fällen jedoch, z. B. auf Querschnitten der Trigeminusfasern des Hechtes, wo sie ausserordentliche Dimensionen erreichen, zeigen sie ganz deutlich eine Zusammensetzung aus feinen Bindegewebsfasern.

Eine Zusammensetzung der Scheiden aus Elementarröhrchen, wie dies Stilling sah, kann ich demnach nicht zugeben, und eben so wenig, dass die Nervenscheiden nach innen mit dem Nervenmarke und nach aussen mit den benachbarten Nervenfasern durch Röhrchen in Verbindung stehen. Die rothe Contour centraler und peripherer Scheiden bleibt bei centralen und peripheren Nervenfasern gegen das weisse Mark so prägnant abgegrenzt, dass von einer Verbindung der ersteren mit dem letzteren wirklich keine Rede sein kann. Die Verbindung benachbarter Fasern anlangend, so müssen dabei die Lagerungsverhältnisse derselben berücksichtigt werden. Entweder es sind die Nervenröhren, wie in den Seiten- und Hintersträngen des Fischrückenmarkes und häufig in peripherischen Nerven, durch zahlreiche zwischen ihnen durchsetzende Fasern von einander getrennt, dann sehe ich nicht und begreife ich auch nicht, wie sich die Nervenröhren durch dieses Fasernetz hindurch Verbindungsröhrchen zuschicken sollten, oder es liegen die Nervenfasern ganz dicht mit scharf begrenzten Contouren neben einander, dann finde ich zwischen ihnen absolut keinen Raum, in welchem Verbindungsfasern von einer Nervenröhre zur anderen hinziehen könnten. Der Umstand, dass die Fasern des Centralorgans so schwer isolirbar sind, beweist nicht, dass sie durch Fasern mit einander zusammenhängen. Es ist ja gewiss, dass sie da, wo sie dicht neben einander liegen, durch irgend ein Medium, um mich eines rohen Ausdruckes zu bedienen, gleichsam zusammengekittet sein müssen; und eben so gewiss ist es, dass das geschickteste Zerzupfen centraler Faserbündel in Anbetracht der Kleinheit und Zartheit des Objectes (der einzelnen Nervenröhren) immer als ein rohes erscheinen muss, und es mithin kein Wunder ist, wenn man dabei die einzelnen Fasern mehr oder weniger verletzt. Dass das mehr oder weniger leichte Isoliren der Fasern von der grösseren oder geringeren Festigkeit jenes Bindemittels, so wie von der grösseren oder geringeren Zartheit des Objectes abhängt, ersieht man daraus, dass man die peripheren Fasern, welche starke Scheiden besitzen und meist allseitig zwischen Bindegewebsfaserzügen stecken, leichter isoliren kann als die centralen Fasern, und dass man auch unter den letzteren die mächtigsten und stärksten, so die kolossalen Fasern des Fischrückenmarkes ohne Schwierigkeit von der Umgebung abpräpariren kann.

Die grössere oder geringere Zartheit der Scheiden ist auch wahrscheinlich der Grund, warum die Nervenfasern des Centralorganes und der Peripherie in verschiedener Weise in Erscheinung treten, wenn sie aus dem Zusammenhange genommen und etwa mit Wasser behandelt wurden. Erstere bieten dabei bekanntlich nicht selten ein varicöses, perlschnurartiges Ansehen dar, letztere sind durch das Auftreten einer Doppelcontour ausgezeichnet,

wobei ihre äussere Begrenzungslinie nicht verbogen wird. Es mag dies nun darin seinen Grund haben, dass der gerinnende Inhalt centraler Fasern, wenn sie nicht im innigen Zusammenhange mit einander stehen, sondern isolirt sind, die zarte Scheide nach sich zieht, während bei peripheren Nerven die stärkere Scheide einem solchen Zuge Widerstand zu leisten vermag, desshalb nicht ein- und ausgebogen wird.

Die Scheide der Nervenfasern wird wohl allgemein als zum Bindegewebssysteme gehörig angesehen. Sie hat den Zweck, die einzelnen Nervenfasern gegen einander zu isoliren und möglichst vor äusseren Schädlichkeiten zu schützen. Die Meinung Stilling's, dass die Scheiden der Nervenfasern nervöses Gewebe seien, müsste, da es allbekannt ist, dass sie im Centralorgane zarter sind als im peripherischen Nervensysteme, zur Annahme führen, dass beim Austritte einer jeden Nervenfaser aus dem Centralorgane sich an derselben eine neue äusserste aus Nervengewebe bestehende Schichte anbilde! Es kann wahrlich bei der allgemeinen Verbreitung des Bindegewebes wohl weniger Wunder nehmen, dass die im Centralorgane durch eine knöcherne Kapsel geschützte Faser bei ihrem Austritte aus derselben, wo sie zwischen mehr oder weniger nachgiebigen, äusseren Schädlichkeiten mehr ausgesetzten Theilen gelegen ist, eine Verstärkung der sie schützenden Scheide durch stärkere Entwicklung der sie constituirenden bindegewebigen Elemente erhält.

2. Das Nervenmark stellt auf dem Querschnitte der Nervenfasern auf Chromsäure-Karminpräparaten entweder eine vollkommen gleichartige weisse Masse dar, oder es zeigen sich in dieser Masse concentrische Schichtungen. Man beobachtet nämlich nicht selten im Nervenmarke dunkle, krumme Linien, welche grössere oder kleinere Segmente von mit der äusseren Peripherie der Nervenfaser mehr oder weniger concentrischen Kreislinien darstellen, niemals aber radiär verlaufen. Nur in den allerseltensten Fällen entsprechen diese krummen Linien einem ganzen geschlossenen Kreisumfange. Gewöhnlich lassen sie sich nur durch einen Quadranten, oder die Hälfte eines Kreises verfolgen. Diese dunkeln Linien nun sind der Ausdruck der Schichtung des Markes, eben nach der Richtung dieser Linien hin. Diese Schichtung des Nervenmarkes, welche bei vielen Fasern gar nicht sichtbar, bei anderen nur angedeutet ist, kann bei manchen so weit schreiten, dass das ganze Mark aus lauter schmalen, concentrisch gelagerten Streifen zu bestehen scheint.

Es ist kein Grund vorhanden, diese concentrische Schichtung des Markes als durch eine Gerinnung desselben oder durch Chromsäurewirkung hervorgebracht anzusehen. Man müsste sonst (wie dies auch Stilling aus einem ähnlichen Grunde bemerkt) bei dem constanten Bilde, welches die Schichtungen des Markes zeigen, den Elementarmolecülen desselben die eigenthümliche Tendenz vindiciren, in jenen concentrischen Schichten einerseits von- und andererseits zu einander treten, wenn die Nervenfasern in Chromsäure gehärtet werden.

So wie ich also die Markscheide nicht als eine einfache, aus einer structurlosen Masse bestehende, sondern vielmehr als eine aus zahlreichen concentrischen Schichten zusammengesetzte Umhüllung des Axencylinders ansehe, so bestreite ich doch eine Zusammensetzung derselben aus faser- oder röhrchenartigen Gebilden, wie das Stilling beschreibt, und muss gestehen, dass die von mir auf dem Querschnitte schon bei schwächeren Vergrösserungen beobachteten, auf der Continuität der Fasern aber sich nicht darbietenden concentrischen Schichtungen des Markes mit den Elementarröhrchen Stilling's nichts gemein haben. Eine einfache Vergleichung meiner mit den Stilling'schen Abbildungen über diesen Gegenstand wird unsere verschiedenen Ansichten hierüber klarer auseinander setzen, als eine lange Erörterung der Sache selbst.

Gerade die Beobachtung dieser concentrischen Schichten aber ist es wahrscheinlich, welche Stilling veranlasste, nicht blos im Nervenmarke, sondern auch im Axencylinder und der Scheide der Nervenfasern, so wie in allen Theilen der Nervenzelle einen Filz von Elementarröhrchen zu sehen.

In Bezug auf die wirkliche Existenz der Elementarröhrchen beruft sich Stilling hauptsächlich darauf, dass man „die Elementarröhrchen isolirt beobachten könne, indem man auf Längsschnitten aus dem Rückenmarke oder Nervenstämmen ohne Schwierigkeit solche Nervenprimitivfasern präpariren kann, an welchen der Axencylinder, von seinem Nervenmarke grossentheils befreit, lange Strecken vorsteht, während von ihm einzelne Elementarröhrchen in grösserer oder geringerer Zahl frei auslaufen. Auch sieht man an isolirten Nervenprimitivfasern und zwar an den Endstücken von Nervenprimitivfasern, an denen ausser den einzelnen Elementarröhrchen kein weiterer Theil der Nervenprimitivfaser, auch nicht einmal der Axencylinder mehr vorhanden ist, im Raume des sogenannten Nervenmarkes ganz isolirt verlaufende Elementarröhrchen".

Diese thatsächlichen Beobachtungen mögen ganz richtig sein, allein es ist klar, dass diese vermeintlichen Röhrchen eben so gut Theile einzelner Markschichten sein können[1]).

3. Der dritte und wesentlichste Bestandtheil der Nervenfaser ist der Axencylinder, desshalb der wesentlichste, weil wir oben gesehen haben, dass man sich im Fischrückenmarke und Gehirne davon überzeugen kann, dass nur der Axencylinder allein (nicht das Mark) von der Nervenzelle seinen Ursprung nimmt. Von der Präexistenz des Axencylinders wird man übrigens auf Querschnitten des Rückenmarkes, Chromsäure-Karminpräparaten, in überraschender Weise überzeugt, indem man da in der Mitte einer jeden der weissen Fasern eine rothe Stelle, als Durchschnittsfläche ihres Axencylinders erkennt.

Der Axencylinder bietet auf dem Querschnitte in der Regel eine Kreisform oder ein Oval dar. In seltenen Fällen erscheint er vieleckig, manchmal ausgezeichnet sternförmig.

Auf Querschnitten des Rückenmarkes der Fische, der Forelle oder des Hechtes, erkennt man bei Anwendung 450facher und höherer Vergrösserungen, dass der Axencylinder aus zwei in einander steckenden Cylindern besteht. Der Querschnitt des inneren, soliden Cylinders ist dunkler roth gefärbt, als der des äusseren Hohlcylinders, und ist von diesem durch eine dunkle Contour eben so scharf abgegrenzt, wie letzterer durch eine scharfe Contour gegen das Nervenmark hin sich abhebt.

Dies ist die einzige feinere Zusammensetzung des Axencylinders, welche man zu erkennen vermag. Weder bietet der Axencylinder in seiner Continuität, noch auch seine beiden Schichten auf dem Querschnitte irgend welche erkennbare feinere Textur dar, ja man ist in der Regel nicht einmal im Stande, eine feinste moleculare Anordnung zu entdecken.

Stilling beschreibt drei Schichten des Axencylinders. Auf welche Weise es ihm aber gelungen ist, in dem Axencylinder einen Filz von Elementarröhrchen zu sehen, ist mir unverständlich. Verbindungsröhrchen des Axencylinders mit dem Nervenmarke konnte ich niemals

---

[1]) Ich lese so eben in Schmidt's Jahrbüchern Bd. 105, 1860, Nr. 1 ein Referat von H. Meissner über eine Arbeit, den Bau der Nervenfasern betreffend, welche Jos. Lister und W. Turner im mikrosk. Journ. Oct. 1859 veröffentlicht haben. Die Verfasser besprechen, so viel ich aus dem Referate entnehme, die Art und Weise, auf welche sie dazu kamen, sich zu überzeugen, dass der Axencylinder der Nervenfasern in Karmin roth gefärbt würde, das Nervenmark aber nicht, eine mir längst bekannte Thatsache, welche übrigens vor Lister durch Stilling, Jacubowitsch und Schroeder der Öffentlichkeit übergeben wurde. Das faserige Ansehen der Nervenfasern, welche Lister beobachtete, ist nach ihm nur durch eine moleculare Anordnung von Fetttheilchen herbeigeführt.

finden. Ich habe mich vergebens bemüht, sowohl auf dem Querschnitte, als in der Continuität der Nervenfasern, auch nur eine Spur solcher Verbindungsröhren zwischen Axencylinder und Mark zu entdecken. Auf dünnen Querschnitten erscheinen mir die Axencylinder bei allen Einstellungen des Mikroskopes immer so scharf gegen das Mark abgegrenzt, wie dies Fig. 18 und 20 zeigen. Namentlich habe ich mich aber an sehr feinen Längsschnitten aus dem Fischrückenmarke, welche an einzelnenen Stellen so dünn sind, dass der Axencylinder kaum vom Marke nach oben und unten bedeckt ist, und auf denen die Axencylinder, durch ihre rothe Farbe ausgezeichnet, auf beliebig weite Strecken, durch das ganze Präparat hindurch, verfolgt werden können, hinlänglich überzeugt, dass solche Verbindungsröhrchen zwischen Mark und Axencylinder in der That nicht existiren. Ich sehe selbst bei 1100facher Vergrösserung kein anderes Bild, als wie es Fig. 19 darstellt; selbst bei 1100facher Vergrösserung erscheint die Contour des Axencylinders vollkommen scharf abgegrenzt von dem daneben liegenden Nervenmarke.

Abgesehen davon, dass die Röhrchen, welche aus dem Axencylinder in das Mark laufen sollen, bei ihrem Übertritte in dasselbe ihre physicalischen Eigenschaften derart ändern müssten, dass sie sich in Karmin nicht mehr roth färben, beweist die Beobachtung, dass an isolirten Axencylindern sich Fetzen von Markstreifen (Elementarröhrchen) finden, nur, dass zwischen Mark und Axencylinder ein innigerer, durch irgend ein Bindemittel bewirkter Contact besteht, den gewiss Niemand läugnen wird, obwohl wir die Natur dieses Bindemittels nicht kennen. Dass aber selbst dieser Contact zwischen Mark und Axencylinder nicht bei allen Fasern ein sehr inniger ist, dafür ist mir das ein hinlänglicher Beweis, dass auf Querschnitten des Fischrückenmarkes die Axencylinder der beiden kolossalen Fasern sehr häufig durch den Schnitt herausgehoben werden, so dass man an ihrer Stelle einen leeren Raum findet.

Der Axencylinder bietet in seinem Verlaufe im Fischrückenmarke nur geringe Änderungen seiner Breite dar. Anscheinend stellenweise Verschmälerungen habe ich dadurch bewirkt gesehen, dass der Axencylinder sich wahrscheinlich in Folge der Messerführung stellenweise um seine Axe drehte. Bedeutende Varicositäten des Axencylinders, so wie Theilungen desselben habe ich im Fischrückenmarke nie beobachtet, eben so wenig als ich auf dem Querschnitt einer Faser den Durchschnitt mehrerer Axencylinder (des Stammes mit seinen Ästen), wie Stilling, gewahrte. Vor solchen, wie mir scheint, zum Theile irrigen Angaben wird künftighin die Infiltration mit Karmin schützen. So viel über den Axencylinder der Nervenfasern.

Nach allen dem muss ich über den Bau der Nervenprimitivfasern Folgendes sagen:

Jede Nervenprimitivfaser bestehet aus 3, wie es scheint, wesentlich von einander verschiedenen Bestandtheilen, der Hülle, dem Marke und dem Axencylinder.

Die Hülle der Nervenfasern ist entweder eine structurlose oder deutlich bindegewebige Membran.

Das Mark trotzt jeder Erkenntniss seines inneren Baues, es ist nur durch eine eigenthümliche concentrische Schichtung ausgezeichnet.

Der Axencylinder, der wesentlichste Bestandtheil des Nerven, bestehet aus 2 in einandersteckenden Cylindern, welche weder mit einander, noch mit dem Nervenmarke in irgend einer Verbindung stehen, und an denen eine feinste Elementartextur nicht zu erkennen ist.

Schliesslich habe ich noch zu erwähnen, dass, wie ich dies im Beginne meiner Schrift bereits angedeutet, der Einfluss des Karmins nicht auf alle Markfasern ein gleicher ist. Ich

habe gewisse Faserzüge im Gehirn der Fische beobachtet, auf deren Axencylinder das Karmin noch gar nicht einzuwirken begonnen, während alle umgebenden Gewebe (mit Ausnahme des Nervenmarkes) bereits tiefroth infiltrirt waren. Ich habe ferner durch Vergleichung des Sympathicus mit dem Trigeminus und dem Rückenmarke beim Kaninchen mich überzeugt, dass das Mark der Sympathicus-Fasern für die Aufnahme des Farbstoffes viel leichter zugänglich ist, als das der Fasern des Trigeminus (der peripheren Nerven überhaupt) und das der Fasern des Rückenmarkes. Ich kann ferner nicht umhin, zu gestehen, dass so wie bestimmte Nervenfasern desselben Thieres in ihrer Breite ganz bestimmte, wenn auch oft geläugnete, Verschiedenheiten darbieten, eben so die Nervenfasern der verschiedenen Thiere oft Differenzen zeigen, von denen ich aber dasselbe erklären muss, was Hannover über die verschiedenen Nervenzellen sagte, nämlich: *Il est plus difficile d'expliquer ces différences, que d'en faire soi-même l'observation.*

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

Fig. 1. Nervenzelle *(bipolar)* aus dem Hirnstamme des Hechtes. Kernkörperchen am Intensivsten, weniger intensiv der Kern, am schwächsten der Inhalt gefärbt. 460mal vergrössert.

Fig. 2. Nervenzelle aus dem kleinen Gehirne des Hechtes. Die Körner des Kernes, sonst gleichmässig in demselben vertheilt, haben sich zum Theile um den *Nucleolus* zusammengezogen, welcher desshalb nicht sichtbar ist. Einzelne Körner blieben an der Kernwandung haften. 460mal vergrössert.

Fig. 3. Nervenzelle aus der centralen grauen Substanz aus dem obersten Theile des Rückenmarkes vom Hecht. Der Kern enthält in der farblosen Grundsubstanz nur wenige sich roth färbende Molecularkörnchen. Der excentrische *Nucleolus* zeigt eine centrale Schichte. 460mal.

Fig. 4. Eine ähnliche Zelle. Der Kern erscheint röthlich gefärbt wegen des darunter liegenden rothen Inhaltes. Centrale und periphere Schichte des vieleckigen *Nucleolus*. 460mal. Der *Nucleolus* der beiden letztbeschriebenen Zellen zeigt keine auffallend tiefere Färbung als der Inhalt, weil beide Zellen bei jener Einstellung des Mikroskopes gezeichnet wurden, bei welcher die centrale Schichte des *Nucleolus* sichtbar ist, wobei aber die Färbungsdifferenzen zwischen Kernkörperchen und Inhalt nahezu verschwimmen.

Fig. 5. Zelle aus dem Grosshirne des Hechtes. Scheide und Kern gefärbt, zeigen ausgezeichnete vollkommen geschlossene Doppelcontouren. Inhalt ganz ungefärbt. Aus dem Kerne entspringt ein blassrother konischer Fortsatz. 720mal vergrössert.

Fig. 6. Ganglienkugel aus dem *G. vagi* des Hechtes. Kern weiss, enthält bläschenförmige Gebilde. *Nucleolus* nicht sichtbar. 460mal.

Fig. 7. Ganglienkugel aus dem *Sympathicus* des Kaninchens. Äussere Scheide roth gefärbt. Kern vollkommen farblos ohne Kernkörperchen. 460mal.

Fig. 8. Halbmondförmiges Stück des Inhaltes einer solchen Ganglienkugel. 460mal.

Fig. 9. Ganglienkugel aus dem *Trigeminus ganglion* der Forelle. Doppelter Kern. Inhalt, Kern und Kernkörperchen (centrale und periphere Schichte) zeigen keine erheblichen Färbungsdifferenzen, weil die Ganglienkugel in einem dickeren Schnitte gelegen war, wesshalb der Kern roth erscheint, und weil sie bei jener Einstellung des Mikroskopes gezeichnet wurde, wo beide Schichten des Kernkörperchens sichtbar sind, wesshalb die überwiegende Färbungsintensität des letzteren verschwindet. 460mal.

Fig. 10. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* des Kalbes. Die äussere Scheide scheint (auf dem Durchschnitte) eine homogene Membran, mit roth gefärbten Körnern besetzt, zu sein. Innere Scheide ungefärbt, zeigt, so wie die Kernwandung ausgezeichnete Doppelcontour. Kernkörperchen mit beiden Schichten. Desshalb die so überwiegende Färbungsintensität desselben nicht hervortretend. 460mal.

Fig. 11. Ganglienkugel aus dem *Ganglion Gasseri* von *Emys europaea*. Äussere Scheide ausgezeichnet faserig. Innere Scheide nicht sichtbar; Inhalt nach einer Seite zum grössten Theile zusammengezogen. Der Kern, auf den dünnsten Schnitten ungefärbt, erscheint röthlich aus bekannten Gründen. Doppelcontour des *Nucleolus* vieleckig. Rother, bläschenförmiger *Nucleololus*. 720mal.

Fig. 12. Eine ähnliche Ganglienkugel. Vom Kernkörperchen gehen wie die Speichen eines Rades faserähnliche Gebilde (Reihen von Elementarkörnern) ab, die zu kleinen Bläschen treten. 460 mal.

Fig. 13. Ganglienkugeln aus dem *Ganglion Gasseri* des Frosches. Rothe äussere Scheiden. Der roth gefärbte Inhalt, sehr deutlich körnig, hat sich zum Theile vom Kerne zurückgezogen. Kerne mit ausgezeichneten Doppelcontouren schliessen in ihrem ungefärbten Inhalte rothe Körner ein, die den *Nucleolus* zum Theile verdecken. 460 mal.

Fig. 14. Nervenzelle aus dem Rückenmarke von *Lota vulgaris.* Der Inhalt hat sich von der dadurch deutlich sichtbaren Scheide zurückgezogen. 460mal.

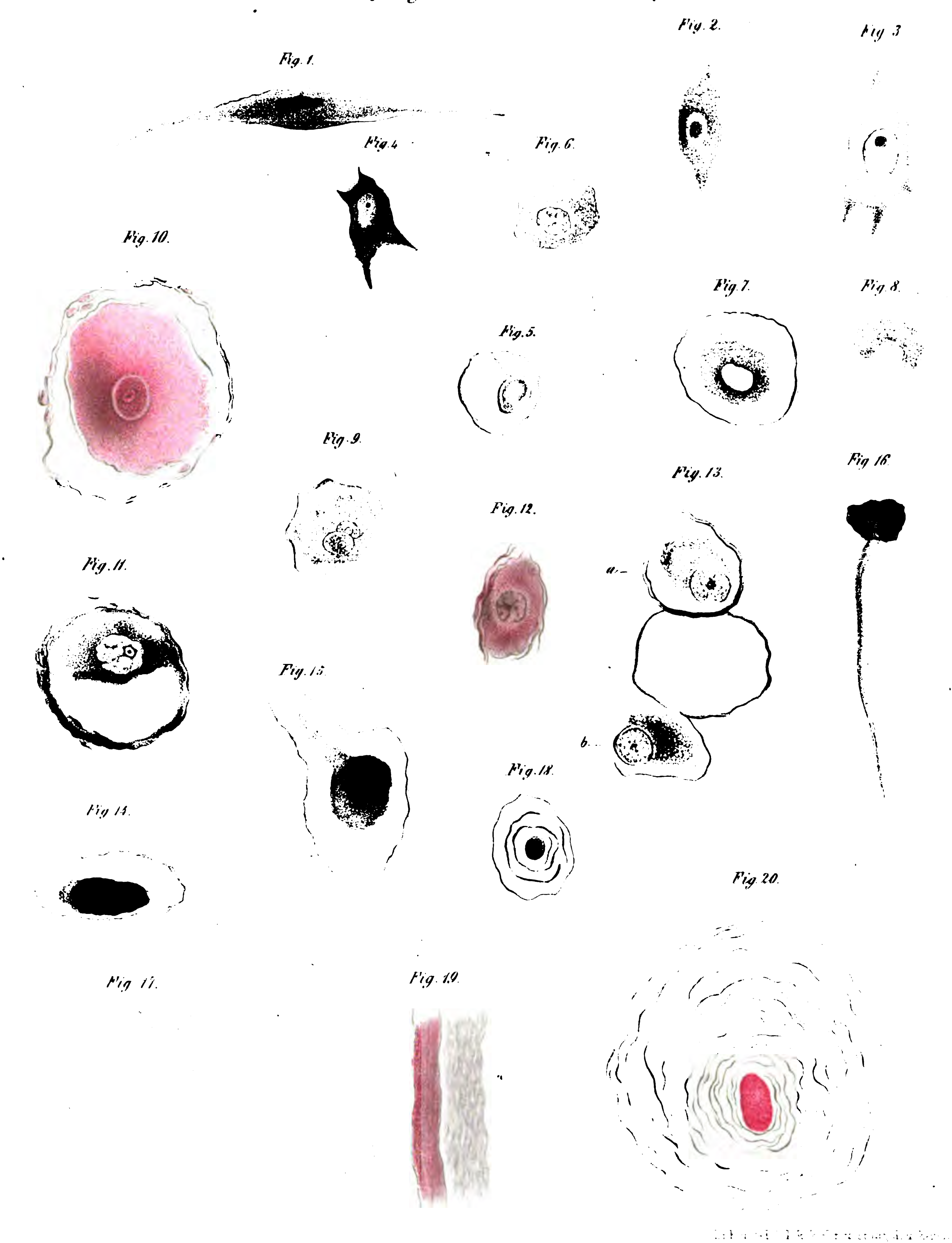
Fig. 15. Eine ähnliche Zelle. Man sieht den Übergang der Zellenscheide in die Scheide des Zellenfortsatzes. 460mal.

Fig. 16 und Fig. 17 stellen scheinbare Faserursprünge aus dem Kerne zweier Ganglienkugeln dar. Fig. 16: 460mal. Fig. 17: 280mal

Fig. 18. Querschnitt einer Nervenfaser aus den Vordersträngen des Hechtrückenmarks. Scheide roth gefärbt. Concentrische dunkle Linien im Marke als Ausdruck der Markschichtung. Axencylinder mit centraler, tiefer gefärbter, und peripherer Schichte. 720mal.

Fig. 19. Längsschnitt einer Nervenfaser aus dem Hechtrückenmarke. 1100mal vergrössert. Die Contour des Axencylinders ist vollkommen scharf gegen das Mark abgegrenzt.

Fig. 20. Querschnitt einer kolossalen Faser aus dem Hirnstamm der Forelle. Zahlreiche Markschichtungen. Der Axencylinder zeigt keine centrale Schichte. 460mal.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 10.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 5.
Fig. 9.
Fig. 13.
Fig. 16.
Fig. 12.
Fig. 11.
a.
Fig. 15.
b.
Fig. 18.
Fig. 14.
Fig. 20.
Fig. 17.
Fig. 19.

ÜBER
DIE ÄNDERUNGEN DER TEMPERATUR MIT DER HÖHE.

VON

KARL v. SONKLAR,

OBERSTLIEUTENANT IM 16. K. K. LINIEN-INFANTERIE-REGIMENTE UND PROFESSOR DER GEOGRAPHIE AN DER K. K. MILITÄR-AKADEMIE ZU WIENER-NEUSTADT.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 16. FEBRUAR 1860.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass es in den höheren Regionen der Atmosphäre kälter ist als in den tieferen, und der ersichtlichste Ausdruck dieses Naturgesetzes ist die Erscheinung des ewigen Schnees und Eises auf hohen Bergen.

Die Abnahme der Wärme mit der Entfernung von der Erdoberfläche geht jedoch nicht sprungweise, sondern nur allmählich vor sich. Es gibt in der Natur keine plötzlichen Übergänge von einem Zustand in den andern, und wo sich auch ein solcher unseren Blicken darzustellen scheint, da sind die Ursachen lange vorher schon thätig gewesen und haben die Dinge auf eine für uns unsichtbare Weise in ein Stadium geführt, dessen letzte Entwickelung uns nur desshalb überrascht, weil uns die vorhergegangenen Entwickelungsstufen unbekannt blieben.

So wird z. B. derjenige, der da bis zur Grenze des ewigen Schnees emporsteigt, die Allmählichkeit jener Wärmeabnahme an den mannigfaltigsten Erscheinungen sehr deutlich wahrnehmen. Schon in mässiger Höhe wird er den Weinstock, etwas höher die Fruchtbäume, dann das Laubholz und einzelne Getreidegattungen verschwinden sehen. In der Höhe von 4000 Fuss wird ihn bereits eine Vegetation umgeben, die von jener in den tieferen Gegenden sehr merklich verschieden ist. Kaum weniger auffallend wird die Sprache seines Thermometers sein: denn während dieses am Tage vorher, im Thale unten, zu Mittag etwa 25° zeigte, wird es sich jetzt, bei einem Himmel von vielleicht noch grösserer Klarheit, nicht über 15° erheben. Steigt er nun noch höher empor, so wird er auch den Getreidebau und endlich selbst den Baumwuchs hinter sich lassen; bald darauf wird er in schattigen Vertiefungen den ersten Flecken alten körnigen Schnees begegnen, und nun wird ihn schon das physische Gefühl darüber belehren, dass er sich hier in einer Region befinde, wo die Entwickelung der

Wärme weit geringer und an Bedingungen gebunden sei, die von jenen in der Tiefe bedeutend unterschieden sind.

Besteht nun darüber kein Zweifel mehr, dass die Abnahme der Wärme nach oben eine successive sei, so handelt es sich des Weiteren um die Ursachen derselben und um ihr Quantum für eine gegebene Höhe, das sich von der geographischen Breite, von den Jahres- und Tageszeiten und anderen Umständen mehr abhängig gezeigt hat. Diese Fragen haben bereits seit lange her eine Zahl der ausgezeichnetsten Physiker und Analytiker angelegentlich beschäftigt, ohne dass es ihnen jedoch bisher gelungen ist, die durch die Beobachtung gewonnenen Resultate auf dem Wege der Theorie genügend zu erklären.

Jeder, der diesen Gegenstand etwas genauer kennt, wird wissen, welcher Aufwand analytischen Scharfsinnes zur Lösung des in Rede stehenden physicalischen Problems in Thätigkeit gesetzt wurde. Laplace, Gay-Lussac, Poisson, Biot, Humboldt, E. Schmidt, Kämtz u. v. A. haben die Frage von jeder fassbaren Seite in Angriff genommen, um die Gesetze der Wärmeabnahme theils auf dem Wege der Erfahrung nachzuweisen, theils um sie theoretisch darzustellen. Manches ist nun in dieser Richtung erreicht und viele einzelne Seiten des Problems sind aufgeklärt worden, aber immer ist es bisher noch nicht gelungen, diese Gesetze aus den Ursachen so allgemein zu entwickeln, dass sie unter allen oder den meisten Umständen mit den Ergebnissen der Erfahrung zusammenstimmen.

Die Ursachen dieses geringen Erfolges der Theorie liegt offenbar in der unübersehbaren Mannigfaltigkeit, und gewiss auch in der theilweisen Unkenntniss der bedingenden Verhältnisse, dann in den vielen meteorologischen und localen, von keinem Calcül erfassbaren Störungen. Die Erklärung dieses merkwürdigen Gegenstandes bleibt also immer noch dunkel, und es müssen wohl, um eine richtige Theorie hierüber zu bilden, noch andere Umstände berücksichtigt werden[1]).

Wenden wir uns nun zunächst zu den Resultaten der unmittelbaren Beobachtung, so treten uns selbst hier numerische Werthe entgegen, welche die auffallendsten und disparatesten Unterschiede zeigen.

Die Zahl der in dieser Beziehung vorliegenden Beobachtungen ist sehr gross, und wir wollen desshalb aus denselben nur einige von denjenigen auswählen, deren Quellen zu den verlässlichsten gehören.

Am rationellsten wurden die diesfälligen Untersuchungen, nach meiner Ansicht, von Boussingault angestellt, der durch Ausmittlung der Bodentemperatur auf 128, in Südamerika zwischen dem 8. Grad südlicher und dem 11. Grad nördlicher Breite und in den verschiedensten absoluten Höhen (von 0 bis 16.805 P. F.) liegenden Punkten die Wärmeabnahme zu erfahren suchte. Er stützte hierbei seine Rechnung nicht auf die an verschiedenen Orten verschiedene Temperatur des Meeresniveau's, sondern auf die mittlere Temperatur der, in jenen Gegenden in der Seehöhe von 14.774 F. liegenden Schneegrenze, die sich ihm mit 1°62 C. ergab. Er fand auf diese Weise, dass man sich dort im Mittel um 541 P. F. erheben müsse, damit das Thermometer um 1° C. sinke. Es zeigten sich jedoch bei den einzelnen Zahlenwerthen sehr namhafte Schwankungen, die zwischen den Grenzen von 401 bis zu 921 F. oscillirten[2]).

---

[1]) E. Schmidt: Lehrbuch der physicalischen und mathematischen Geographie, II, §. 186.

[2]) Bischof's Wärmelehre, S. 208—215.

Kaum weniger verschiedene Resultate ergaben sich aus Humboldt's Messungen in den Cordilleren. Das Mittel aus 8 Beobachtungen für isolirte Gipfel lieferte 589′ für 1° C., doch oscillirten hierbei die einzelnen Daten zwischen 548 und 818′. — Auf den breiten Hochebenen von Neugranada und Mexico aber fand Humboldt 772′ Höhenunterschied für 1° C. Temperaturunterschied[1]). — Ich bemerke nebenher, dass zuerst Humboldt es war, der auf das langsamere Sinken der Temperatur über hohen Bergebenen im Vergleiche mit isolirten Gipfeln aufmerksam machte.

Die analogen Höhendifferenzen betragen für die Schweizeralpen nach Humboldt 552, nach d'Aubuisson aber nur 450′. Für die Gegend zwischen Ofen und Käsmark in Ungarn fand Wahlenberg 411, und Dalton für England gar nur 408 P. F.[2]).

Noch grösser wird die Disparität der Angaben bezüglich einzelner Zeitabschnitte in der jährlichen und täglichen Periode. So wurden z. B. diese Höhen in den Alpen

nach Saussure	mit 480′	für den Sommer,	mit	566′	für den	Winter
„ Humboldt	„ 480′	„ „	„	„ 600—660′	„ „	„
„ d'Aubuisson	„ 505′	„ „	„	„ 779′	„ „	„

ausgemittelt. Hier zeigt sich demnach für den Sommer ein Unterschied von 125, für den Winter von mehr als 200 F.

So fanden ferner Humboldt und Gay-Lussac während eines fünftägigen Aufenthaltes auf dem Mont-Cenis im Monate Mai die Temperatur der Luft stets um 12—15° R. tiefer als in dem an dem Westfusse des Berges liegenden Flecken Lanslebourg, woraus sich, bei der angegebenen Höhendifferenz von 1944 F. im Mittel eine Erhebung von nur 116′ ergibt, damit die Wärme um 1° C. abnehme, während dieselbe Erhebung für denselben Monat aus dem Vergleich sechsjähriger Temperaturmittel von Genf und dem St. Bernhard mit 580′ berechnet wurde[3]).

Für einzelne Tagesstunden steigen die betreffenden Zahlenwerthe oft auf 1000′ und darüber, oder sie bleiben eben so weit unter dem gewöhnlichen Mittel stehen. Zwischen dem 11. September und 5. October fand Kämtz auf dem Faulhorn die für 17^h entsprechende Erhebung mit 939 und Bischof erhielt im Siebengebirge für die Monate März und Juni aus den Tagesbeobachtungen 912 und 534, aus den Nachtbeobachtungen 995 und 736′ und für die Zeit des täglichen Maximums und Minimums der Temperatur 211 und 1248′ pro 1° C., während Saussure zur Zeit seines sechzehntägigen Aufenthaltes auf dem 10.400′ hohen Col de Géant im Juli des Jahres 1787, für die wärmste Tagesstunde 431 und für die kälteste 677′ erhielt[4]).

Es ist sogar vorgekommen, dass die Temperatur der höheren Stationen wärmer gefunden wurde als die der tieferen, wornach man also von der Höhe in die Tiefe zu steigen hatte, damit die Wärme abnehme. Diese auffallende Erscheinung steht übrigens nicht vereinzelt da, und wir werden ihr später, bei der von mir durchgeführten Untersuchung über die Wärmeverhältnisse in den Alpen, in sehr ausgedehnter Weise wieder begegnen.

---

[1]) Ed. Schmidt: Lehrbuch der mathem. und physicalischen Geographie, II, S. 274 und Gilbert's Annalen, XXXI. Bd., S. 369.

[2]) Kämtz: Meteorologie, II, S. 139.

[3]) Bischof: Wärmelehre, Randglosse, S. 202, nach Gilbert's Annalen Bd. XXIV, S. 22, und Kämtz: Meteorologie II, S. 134.

[4]) Siehe: Poggendorff's Annalen, Bd. XXVII, S. 345; Bischof: Wärmelehre, S. 203, und Saussure: Voyages dans les Alpes, IV, §. 2050.

Wer jedoch diese Resultate desshalb zu verdächtigen oder zu verwerfen geneigt ist, weil sie aus Temperaturbeobachtungen abgeleitet wurden, die, in der Nähe der Erdoberfläche angestellt, von den localen Bedingungen der Wärmevertheilung beeinflusst waren, und die demnach den Zweifel gestatten, ob sie auch wohl das Gesetz der Wärmeabnahme mit wachsender Höhe darzustellen geeignet seien, der wird aus den Ergebnissen der bisher unternommenen aërostatischen Reisen gewiss nicht mehr Befriedigung schöpfen. Denn obwohl hier manche der angedeuteten Vorwürfe wegfallen, so ist die Übereinstimmung in den Resultaten nicht im Geringsten grösser.

Von solchen Luftfahrten, bei denen wissenschaftlich geleitete Thermometer- und Barometerbeobachtungen angestellt wurden, sind bisher blos zwei von Gay-Lussac im Jahre 1804, eine von Graham und Beaufoy im Jahre 1824, eine von dem russischen Akademiker Sacharow und die vier letzten im Jahre 1852, auf Veranlassung der Royal Society of Science in London ausgeführt worden.

Gay-Lussac fand für die ganze, über 23.000 P. F. umfassende Höhe eine mittlere Elevation von 531′ für 1° C., doch betrug diese Erhebung für den Raum bis zu 3600 Meter absoluter Höhe 588, für die Region zwischen 3600 und 5000 Meter 434 und zwischen 5000 und 7000 Meter nur 413′. In einzelnen Abtheilungen des durchschifften Raumes aber ergaben sich Höhenwerthe von 90, 130 und 1120′; in anderen schlugen sie sogar in Zahlen mit entgegengesetztem Zeichen, nämlich in —690, —200 und —120′ um[1]).

Die Luftfahrt von Graham und Beaufoy gelangte im Allgemeinen zu Resultaten, die von den vorigen sehr verschieden sind. Hier gab die unterste Section 372, die folgende 672 und die höchste 666′ Erhebung für 1° C. Das Mittel betrug 570′[2]).

Sacharow fand in dem untersten Viertheil der von ihm erreichten Höhe 733, im darauf folgenden 768, im dritten 648 und im obersten 408—432′ für die Wärmeabnahme um 1° C. Doch zeigten sich auch diesmal sehr namhafte Schwankungen in den einzelnen Höhenzahlen: So ergab sich z. B. die Erhebung für 1° C. Wärmeabnahme zwischen den absoluten Höhen von 2800′ und 3780′ mit nicht weniger als 1181′, während sie sich in den beiden nächstfolgenden Schichten auf 537′ und 209′ verminderte[3]).

Bei den letztgenannten vier Luftreisen endlich, von denen die zwei ersten im August, die dritte im October und die vierte im November unternommen wurden, ergaben sich folgende Mittelzahlen für 1° C.:

bei der ersten	Fahrt	581,	
„ „ zweiten	„	687,	
„ „ dritten	„	785	und
„ „ vierten	„	722 P. F.;	

aber auch hier schwankten die Detaildaten zwischen sehr weiten Grenzen, und zwar:

bei der ersten	Fahrt	zwischen	10080	und	106,
„ „ zweiten	„	„	1265	„	211,
„ „ dritten	„	„	3119	„	205 und
„ „ vierten	„	„	5737	„	142′[4]).

---

[1]) Munke in Gehler's physicalischem Wörterbuch, III, S. 1015 und 1053.

[2]) Ibidem S. 1015.

[3]) Ibidem S. 1015.

[4]) Petermann's geographische Mittheilungen, 1856, Heft IX.

Es wäre ein Leichtes noch eine viel grössere Menge durch unmittelbare Beobachtung gewonnene Zahlen dieser Art anzuführen; ich fürchte jedoch, dass die so eben mitgetheilten mehr als genügend sind, um zu zeigen, dass, wenn es selbst der Erfahrung bisher unmöglich war, im Allgemeinen, oder auch nur für einen gewissen Fall, übereinstimmende Resultate zu erzielen, es der Theorie um so weniger zu verargen ist, wenn sie, angesichts der verwickelten Natur des Gegenstandes, noch zu keinem Ergebnisse gelangte, das mit der Erfahrung, an der allein sie die Richtigkeit ihrer Gedankenverbindung erproben kann, auf eine befriedigende Weise zusammenfällt. Die obigen Daten liefern jedoch nicht minder den Beweis, dass, bei dem Bestreben das Quantum der Wärmeabnahme mit zunehmender Höhe zu ermitteln, mit vereinzelten, im Raume und in der Zeit zerstreuten Beobachtungen nicht viel auszurichten ist, und dass nur durch eine grosse Zahl, nach mehrjährigen Temperaturmitteln ausgeführter Untersuchungen ein verlässliches und von den Einflüssen klimatischer und localer Störungen freies Resultat zu gewinnen sein wird.

Zu einem solchen Unternehmen liefern nun die vielen, von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus aufgestellten meteorologischen Beobachtungsstationen ein reiches Material dar. Ich habe zu meinen diesfälligen Untersuchungen das Alpengebiet, so weit es der österreichischen Monarchie angehört, gewählt, und hierbei alle jene Beobachtungsstationen benützt, die mir nach ihrer Lage auf dem nördlichen oder südlichen Abhange der Alpenkette oder an dem Fusse derselben verwendbar erschienen. Der Verfolg dieser Abhandlung wird sofort zeigen, wie ich die vorhandenen Daten in Gruppen vereinigt, und überhaupt zur Erzielung der gewünschten Resultate behandelt habe.

Die Grundlage der ganzen Untersuchung bildet selbstverständlich die umfassende Kenntniss der Temperaturmittel und absoluten Höhen der benützten Stationen. Das nachfolgende, aus den Publicationen der erwähnten k. k. Centralanstalt zusammengestellte Tableau zeigt diese Verhältnisse in dem erreichbar gewesenen Detail.

TAB-

der mittleren Monats- und Jahres-Temperaturen

Nr.	Namen der Stationen	Geographische Länge von Ferro	Geographische Breite	Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere Januar	Februar	März	April
1	Mailand	26° 51′	45° 28′	453	1853	+ 2·28	+ 1·39	3·75	8·77
					1854	+ 0·39	+ 2·03	6·78	10·33
					1855	— 1·25	+ 0·46	5·66	9·89
					1856	+ 1·58	+ 4·83	5·44	9·53
					1857	+ 0·17	+ 1·41	5·20	9·17
					1858	— 3·02	— 1·58	5·02	10·54
					Mittel	+ 0·02	+ 1·38	5·31	9·71
2	Luino	26° 19′	46° 0′	582	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	+ 3·24	+ 4·60	6·02	9·37
					1857	+ 0·29	+ 0·99	4·27	7·34
					1858	— 1·38	— 0·40	4·31	9·56
					Mittel	+ 0·72	+ 1·73	4·87	8·76
3	Sondrio	27° 31′	46° 10′	978	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	+ 1·71	+ 4·34	6·39	10·42
					1857	.	.	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	+ 1·71	+ 4·34	6·39	10·42
4	Bormio	28° 2′	46° 28′	4128	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	1·67	5·92
					1857	— 3·39	— 1·27	2·40	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 3·39	— 1·27	2·04	5·92
5	Stilfser-Joch I. Cantonniera	28°0	46°0	5604	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	— 7·16	— 4·70	— 3·55	0·18
					1856	— 2·65	— 2·45	— 1·95	3·41
					1857	— 7·84	— 6·09	+ 2·00	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 5·88	— 4·42	— 1·17	1·80
6	Stilfser-Joch St. Maria	28° 5′	46° 32′	7613	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	— 4·17	— 1·42
					1855	—12·04	— 8·51	— 8·90	— 4·10
					1856	— 6·82	— 6·96	— 5·39	— 5·60
					1857	—10·48	— 6·13	— 4·22	— 4·51
					1858	—10·61	— 8·92	— 5·07	.
					Mittel	— 9·99	— 7·63	— 5·55	— 3·91

LEAU

in nachstehenden Alpenstationen.

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
12·58	15·57	19·39	18·40	14·20	9·90	6·26	— 0·06	9·37	1853
13·14	16·10	18·52	17·23	14·66	10·75	4·07	+ 2·49	9·77	1854
11·98	16·15	18·40	18·75	14·19	11·70	6·19	— 1·23	9·24	1855
11·86	17·19	17·62	18·62	13·22	10·18	2·72	+ 1·04	9·49	1856
13·20	16·50	19·22	17·44	14·92	11·70	5·28	+ 1·39	9·61	1857
12·49	17·78	.	.	.	.	.	.	.	1858
12·54	16·55	18·63	18·09	14·24	10·84	4·90	+ 0·72	9·48	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	6·82	+ 0·97	.	1855
11·23	16·66	.	.	12·56	.	1·76	+ 1·46	9·73	1856
11·41	14·67	17·17	16·28	13·26	10·10	4·48	+ 0·99	8·44	1857
10·00	16·67	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·88	16·00	17·17	16·28	12·91	10·10	4·35	+ 1·14	9·09	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
11·86	16·94	17·52	17·92	12·63	10·33	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
11·86	16·94	17·52	17·92	12·63	10·33	.	.	.	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
5·92	13·62	12·96	13·18	9·00	7·17	— 1·20	— 2·44	5·12	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
5·92	13·62	12·96	13·18	9·00	7·17	— 1·20	— 2·44	5·12	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
1·65	5·72	10·70	11·33	8·06	4·25	— 0·84	— 6·79	2·52	1855
3·36	7·78	8·17	9·42	4·35	4·03	— 4·85	— 7·25	3·42	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
2·51	6·75	9·44	10·38	6·22	4·14	— 2·85	— 7·02	2·97	Mittel
.					.	.	.	.	1853
+ 2·93	4·64	6·70	5·50	4·57	— 0·60	— 8·76	— 8·82	— 1·65	1854
— 1·50	3·37	4·93	5·44	3·57	.	— 5·56	—10·06	— 2·28	1855
— 1·98	4·68	5·51	6·31	3·11	— 0·50	— 7·81	—10·97	— 2·20	1856
— 2·80	3·86	7·46	7·72	6·28	+ 1·30	— 8·57	— 7·55	— 1·47	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
— 0·84	4·14	6·15	6·24	4·38	+ 0·07	— 7·68	— 9·35	— 1·90	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische Länge von Ferro	Geographische Breite	Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere Januar	Februar	März	April
7	Stilfser-Joch Ferdinandshöhe	28° 6′	46° 32′	8902	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	—10·27	— 6·63	— 7·09	— 5·10
					1858	.	—10·39	— 6·56	.
					Mittel	—10·27	— 8·51	— 6·83	— 5·10
8	Venedig	29° 56′	45° 26′	0	1853	.	. .	.	.
					1854	+ 3·24	+ 2·55	5·75	9·73
					1855	+ 0·90	+ 2·66	6·40	9·83
					1856	+ 3·73	+ 4·93	5·30	10·74
					1857	+ 2·43	+ 2·93	5·70	10·56
					1858	— 1·17	— 0·30	4·50	10·67
					Mittel	+ 1·83	+ 2·55	5·53	10·31
9	Trient	28° 46′	46° 4′	552	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	+ 1·33	4·73	7·14	10·41
					1857	+ 1·33	2·00	6·57	10·56
					1858	— 1·56	0·56	6·25	12·25
					Mittel	— 0·12	2·43	6·65	11·07
10	Botzen	29° 2′	46° 30′	732	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	+ 1·51	4·04	6·00	10·43
					1857	+ 0·07	1·14	5·48	9·63
					1858	— 1·66	0·14	5·90	11·51
					Mittel	— 0·03	1·77	5·79	10·52
11	Meran	28° 48′	46° 40′	984	1853	.	.	.	.
					1854	— 1·06	+ 0·85	6·37	10·31
					1855	— 0·46	+ 1·03	4·82	9·26
					1856	+ 1·50	+ 4·06	7·20	10·32
					1857	+ 0·47	+ 0·51	5·35	9·06
					1858	— 1·69	— 4·87	5·83	11·63
					Mittel	— 0·44	+ 0·32	5·91	10·19
12	Platt	28° 50′	46° 29′	3480	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 2·57	— 2·18	1·18	6·46
					Mittel	— 2·57	— 2·18	1·18	6·46
13	Plan	28° 47′	46° 50′	5012	1853	— 2·83	— 5·04	— 1·10	2·63
					1854	— 3·02	— 3·24	+ 0·53	4·04
					1855	— 6·96	— 3·59	— 2·82	1·30
					1856	— 2·43	— 1·20	— 1·06	2·20
					1857	— 5·39	— 3·95	— 1·33	1·40
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 4·12	— 3·40	— 1·15	2·31

Temperaturen in R. Graden									
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	Jahre
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	3·51	5·18	+ 2·69	— 2·53	— 8·66	—11·82	— 3·42	1856
— 4·43	+ 0·03	4·12	3·72	— 0·32	— 2·18	—10·38	— 9·47	— 4·50	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
— 4·43	+ 0·03	3·81	4·45	+ 1·19	— 2·36	— 9·52	—10·65	— 3·96	Mittel
.	.	20·05	19·17	15·39	11·69	7·85	1·85	.	1853
13·84	16·76	19·56	18·03	14·86	11·73	5·50	3·83	10·45	1854
12·80	17·10	19·37	18·80	15·00	13·80	7·37	0·53	10·38	1855
13·16	18·43	18·33	20·13	14·50	12·10	3·90	2·60	10·65	1856
14·26	17·20	19·37	18·70	15·43	13·57	8·23	2·40	10·90	1857
13·40	18·70	.	.	.	.	.	.	.	1858
13·49	17·64	19·34	18·97	15·04	12·58	6·57	2·24	10·48	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
12·70	18·12	18·37	.	13·57	.	3·52	+ 1·32	10·30	1856
14·61	17·13	20·00	19·65	16·13	12·63	4·76	+ 1·81	10·60	1857
14·03	19·80	.	.	.	.	.	.	.	1858
13·78	18·35	19·69	19·65	14·85	12·63	4·14	+ 1·57	10·45	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	— 1·08	.	1855
12·09	17·76	16·54	17·66	12·91	8·83	2·58	+ 0·20	9·21	1856
14·46	17·14	19·61	18·40	15·34	11·20	4·18	+ 0·94	9·80	1857
12·59	19·53	.	.	.	.	.	.	.	1858
13·05	18·14	18·13	18·03	14·13	10·02	3·38	+ 0·06	9·51	Mittel
.	.	16·99	16·80	13·09	8·85	5·31	— 0·92	8·62	1853
12·95	15·30	17·70	16·05	13·94	10·75	3·61	+ 2·11	9·07	1854
11·92	15·83	18·80	19·80	15·90	10·87	5·17	— 1·06	9·00	1855
11·20	16·33	16·37	17·01	12·44	9·56	2·19	+ 0·10	9·02	1856
13·21	16·15	19·83	19·11	14·43	11·25	4·17	+ 0·62	9·44	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
12·35	15·90	17·94	17·75	13·96	10·25	4·09	+ 0·17	9·20	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	7·73	2·50	+ 1·05	.	1857
7·33	13·87	.	.	.	.	.	.	.	1858
7·33	13·87	.	.	.	7·73	2·50	+ 1·05	.	Mittel
5·87	9·19	11·52	11·17	8·38	3·88	— 0·99	— 4·19	3·21	1853
6·86	9·55	12·76	12·18	10·48	5·85	— 2·66	— 4·36	4·94	1854
4·63	8·00	10·04	10·57	7·81	5·29	— 0·47	— 6·52	2·28	1855
4·13	9·27	9·69	10·71	7·42	4·81	— 2·67	— 5·01	2·95	1856
5·55	10·33	11·34	10·37	7·75	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
5·41	9·27	11·07	11·00	8·37	4·83	— 1·70	— 5·02	3·35	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische		Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere			
		Länge von Ferro	Breite			Januar	Februar	März	April
14	Sulden	28° 15′	46° 32′	5666	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	— 4·94	— 2·78	0·32
					1858	.	.	— 2·76	2·75
					Mittel	.	— 4·94	— 2·77	1·54
15	Klagenfurt	31° 58′	46° 37′	1356′	1853	— 1·42	— 2·36	— 0·26	4·78
					1854	— 3·89	— 3·54	+ 1·60	6·72
					1855	— 6·61	— 2·39	+ 1·80	5·54
					1856	— 2·80	+ 0·11	+ 0·74	8·59
					1857	— 5 44	— 6·23	— 0·61	6·88
					1858	— 9·89	— 6·59	— 0·97	7·53
					Mittel	— 5·01	— 3·50	+ 0·48	6·67
16	Sachsenburg	31° 1′	46° 50′	1704	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	— 5·20	— 3·91	+ 0·16	5·76
					1858	— 8·72	— 5·49	+ 0·73	7·81
					Mittel	— 6·96	— 4·70	+ 0·45	6·79
17	Ober-Vellach	30° 51′	46° 56′	2015	1853	— 2·94	— 3·30	— 0·25	4·42
					1854	— 4·69	— 2·01	+ 2·92	6·54
					1855	— 4·76	— 2·09	+ 1·11	5·23
					1856	— 1·43	+ 1·05	+ 1·02	7·19
					1857	— 4·80	— 3·12	+ 1·13	6·25
					1858	— 8·73	— 5·58	+ 2·12	7·76
					Mittel	— 4·39	— 2 51	+ 1·34	6·27
18	Lienz	30° 24′	46° 50′	2023	1853	.	.	.	.
					1854	— 3·61	— 2·58	+ 2·59	6·43
					1855	— 4·42	— 1·53	+ 1·29	5·75
					1856	— 0·89	+ 1·40	+ 1·80	7·66
					1857	— 5·27	— 3·10	+ 0·65	6·92
					1858	— 7·55	— 5·42	+ 1·32	8·19
					Mittel	— 4·35	— 2·25	+ 1·65	7·00
19	Althofen	32° 8′	46° 52′	2284	1853	— 1·48	— 1·91	0·41	3·89
					1854	— 1·81	— 3·13	1·99	5·94
					1855	— 3·93	— 0·69	2·27	4·79
					1856	— 0·79	+ 1·35	1·25	7·46
					1857	— 3·03	— 1·90	0·98	6·15
					1858	— 6·32	— 4·99	1·09	6·82
					Mittel	— 2·89	— 1·88	1·33	5·84
20	Mallnitz	30° 51′	47° 0′	3036	1853	— 2·34	— 4·93	— 2·39	4·40
					1854	— 1·62	— 1·92	+ 1·58	4·46
					1855	— 5·49	— 2·49	.	2·19
					1856	— 1·71	+ 0·08	— 0·69	4·39
					1857	.	.	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 2·79	— 2·31	— 0·50	3·86

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
.		.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
4·39	7·17	.	.	7·24	.	.	.	.	1857
3·82	9·71	.	.	.	.	.	.	.	1858
4·11	8·44	.	.	7·24	.	.	.	.	Mittel
11·34	13·94	16·18	14·27	10·39	6·89	+ 2·20	— 4·01	5·99	1853
11·52	13·79	15·22	13·13	9·67	6·50	— 0·51	— 2·41	5·65	1854
10·32	14·24	15·52	14·96	10·77	9·19	+ 2·83	— 6·60	5·76	1855
10·68	15·06	14·02	15·21	10·67	7·00	— 2·60	— 5·38	5·94	1856
11·18	12·81	16·23	15·40	12·16	9·48	+ 1·76	— 3·09	5·88	1857
9·99	15·10	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·84	14·16	15·43	14·59	10·73	7·81	+ 0·74	— 4·30	5·84	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	12·28	14·00	9·57	5·08	— 2·25	— 4·36	.	1856
9·33	12·91	15·02	14·86	11·65	8·87	+ 1·85	— 2·63	5·78	1857
9·41	14·77	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·37	13·84	13·70	14·43	10·61	6·97	— 0·20	— 3·50	5·78	Mittel
9·52	12·21	14·58	13·66	9·77	5·75	+ 2·11	— 5·72	4·98	1853
9·65	11·82	13·74	12·32	9·51	6·10	— 0·79	— 0·53	5·50	1854
8·67	11·93	13·65	14·46	10·14	7·75	+ 1·44	— 5·89	5·14	1855
8·82	14·11	13·74	14 46	9·78	6·61	— 1·33	— 3·24	5·90	1856
9·77	12·27	15·32	14·57	11·65	8·97	+ 1·08	— 2·57	5·89	1857
7·61	15·28	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·01	12·94	14·20	13·89	10·17	7·04	+ 0·50	— 3·59	5·48	Mittel
10·33	12·95	14·81	14 77	9·96	6·50	+ 2·42	— 5·15	5·63	1853
10·41	12·26	14·84	12·70	10·59	7·35	+ 0·05	— 1·20	5·82	1854
9·86	13·19	15·16	15·40	11·71	10·60	+ 1·81	— 4·79	6·05	1855
9·51	14·70	13·84	14·78	10·09	7·15	— 1·50	— 3·75	6·23	1856
11·07	13·54	15·77	15·18	12·41	9·33	+ 1·55	— 2·76	6·27	1857
9·60	15·05	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·13	13·62	14·88	14·45	10·95	8·19	+ 0·87	— 3·53	6·00	Mittel
9·60	12·52	14·65	13·61	9·92	6·85	+ 1·27	— 4·69	5·37	1853
10·05	11·63	13·46	12·17	9·89	6·61	— 0·14	— 0·31	5·52	1854
8·99	12·91	13·46	14·10	10·21	9·23	+ 2·13	— 5·18	5·70	1855
6·77	13·81	12·48	13·88	9·75	7·59	— 2·00	— 2·23	5·77	1856
10·11	12·40	14·54	13·35	11·32	9·26	+ 2·04	— 1·05	6·18	1857
9·08	13·90	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·10	12·69	13·72	13·42	10·22	7·91	+ 0·66	— 2·69	5·71	Mittel
7·14	9·89	12·01	10·94	8·30	4·29	+ 0·29	— 4·59	3·58	1853
5·92	8·90	9·94	9·80	7·91	4·98	— 1·00	— 2·61	3·99	1854
5·68	10·05	11·35	11·73	.	6·70	— 0·39	— 6·40	3·59	1855
7·07	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.		.	.	.	.	1858
6·45	9·61	11·10	10·82	8·10	5·32	— 0·37	— 4·33	3·72	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische		Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere			
		Länge von Ferro	Breite			Januar	Februar	März	April
21	Steinpichel	31° 55′	46° 48′	3306	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	— 4·09	— 0·84	+ 1·20	4·13
					1856	— 0·10	+ 1·35	— 0·15	6·45
					1857	.	.	.	.
					1858	— 5·54	— 5·02	+ 0·47	5·53
					Mittel	— 3·24	— 1·50	+ 0·51	5·37
22	Pregratten	30° 2′	47° 1′	3396	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 1·85	+ 0·55	— 0·21	5·15
					1857	— 4·87	— 2·18	+ 0·01	3·25
					1858	— 5·44	— 5·04	+ 0·25	4·98
					Mittel	— 4·05	— 2·22	+ 0·03	4·46
23	Innichen	29° 57′	46° 44′	3588	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 2·44	— 1·15	— 0·51	5·65
					1857	— 7·00	— 5·29	— 1·19	3·77
					1858	— 8·19	— 6·98	— 1·07	5·66
					Mittel	— 5·88	— 4·47	— 0·92	5·03
24	St. Peter	31° 16′	47° 2′	3768	1853	— 2·30	— 4·25	— 2·30	1·58
					1854	— 2·91	— 3·74	+ 0·51	4·68
					1855	— 5·69	— 1·74	— 0·12	2·16
					1856	— 1·02	— 1·22	— 0·35	4·70
					1857	— 4·21	— 3·53	+ 0·04	4·05
					1858	— 6·80	— 6·11	— 0·99	5·03
					Mittel	— 3·82	— 3·43	— 0·52	3·70
25	Kals	30° 18′	47° 0′	3942	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	+ 0·28	— 0·72	4·71
					1857	.	.	.	.
					1858	.	— 6·21	— 1·36	4·82
					Mittel	.	— 2·97	— 1·04	4·77
26	Heiligenblut	30° 28′	47° 2′	3962	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	— 5·17	— 1·95	— 1·61	2·17
					1856	— 1·75	— 0·04	— 0·54	4·71
					1857	.	.	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 3·46	— 1·00	— 1·08	3·44
27	Inner-Villgratten	30° 2′	46° 48′	4248	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 3·14	— 1·66	— 2·51	3·78
					1857	— 6·77	— 4·23	— 1·64	2·44
					1858	— 7·80	— 7·26	— 1·95	.
					Mittel	— 5·90	— 4·38	— 2·03	3·11

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	5 88	— 0·37	— 0·73	.	1854
7·98	11·89	13·54	14·04	9·91	8·84	+ 1·70	— 4·73	5·23	1855
8·35	13·43	12 01	14·14	8·85	7·17	— 1·88	— 1·34	5·69	1856
.	.	14·44	13·15	9·95	8·08	+ 1·10	— 0·02	.	1857
8·03	13·28	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·12	12·87	13·33	13·78	9·57	7·42	+ 0·14	— 1·71	5·46	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	8·04	— 0·25	.	.	1855
6·34	10·64	10·57	11·90	7·37	5·89	— 2·42	— 2·95	4·25	1856
7·64	9·33	11·79	11·00	9·25	6·63	+ 0·39	— 1·15	4·26	1857
5·97	11·16	.	.	.	.	.	.	.	1858
6·65	10·38	11·18	11·45	8·31	6·85	— 0·76	— 2·05	4·26	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	9·55	7·42	+ 0·17	— 6·96	.	1855
7·17	12·09	12·04	12·42	7·64	5·35	— 3·36	— 5·46	4·19	1856
8·20	10·89	12·84	11·08	9·47	7·02	+ 0·11	— 5·18	3·73	1857
7·06	12·35	.	.	.	.	.	.	.	1858
7·48	11·78	12·44	11·75	8·89	6·60	— 1·03	— 5·87	3·96	Mittel
7·49	10·07	12·33	11·85	7·92	5·48	+ 0·28	— 5·82	3·54	1853
8·40	9·53	11·57	8·92	8·23	5·42	— 0·83	— 1·64	4·01	1854
6·37	10·29	11·36	11·79	8·69	7·43	+ 1·03	— 5·37	3·85	1855
6·45	11·08	10·39	11·45	7·41	5·60	— 1·72	— 2·74	4·17	1856
7·31	9·46	12 96	11·56	8 99	6·70	+ 0·42	— 0·85	4·41	1857
6·36	11·86	.	.	.	.	.	.	.	1858
7·07	10·40	11·72	11·11	8·25	6·13	— 0·16	— 3·28	4·00	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	7·90	.	.	.	1855
6·51	10·88	10·22	.	.	.	— 3·04	— 3·61	3·85	1856
.	.	.	.	.	6·01	.	.	.	1857
5·36	11·20	.	.	.	.	.	.	.	1858
5·94	11·04	10·22	.	.	6·96	— 3·04	— 3·61	3·85	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
6·36	9·75	10·63	11·83	8·12	6·44	— 0·18	— 8·96	3·12	1855
6·10	10·53	10·14	11·00	7·00	5·26	.	.	3·70	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
6·33	10·14	10·39	11·42	7·56	5·85	— 0·18	— 8·96	3·41	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	6·10	.	— 6·88	.	1855
5·16	9·48	9·78	10·49	6·07	4·95	— 1·33	— 4·63	2·84	1856
6·14	8·28	10·81	10·19	8·83	5·80	— 3·66	— 3·06	3·04	1857
.	.	.	.	.	.	— 0·25	.	.	1858
5·65	8·88	10·30	10·34	7·45	5·62	— 1·75	— 4·86	2·94	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische Länge von Ferro	Geographische Breite	Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere Januar	Februar	März	April
28	Kalkstein	29° 59′	46° 49′	4500	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 2·72	— 1·07	— 2·07	3·30
					1857	— 5·67	— 3·69	— 1·25	2·03
					1858	— 6·89	— 6·38	— 1·52	3·66
					Mittel	— 5·09	— 3·71	— 1·61	3·00
29	Alkus	30° 23′	46° 52′	4620	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	— 4·41	— 1·39	— 0·22	2·38
					1856	— 1·08	+ 0·33	— 1·11	4·41
					1857	— 5·14	— 3·11	— 1·83	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 3·54	— 1·39	— 1·07	3·40
30	Raggaberg	30° 49′	46° 54′	5286	1853	— 2·92	— 6·13	— 3·41	0·39
					1854	— 3·41	— 5·47	— 1·46	1·84
					1855	.	.	.	.
					1856	— 2·40	— 1·57	— 2·45	2·29
					1857	— 5·24	— 3·75	— 2·81	0·32
					1858	— 5·44	— 7·38	— 2·57	2·61
					Mittel	— 3·88	— 4·86	— 2·54	1·49
31	Gratz	33° 8′	47° 4′	1142	1853	— 0·24	— 0·58	1·57	5·61
					1854	— 1·31	.	4·50	8·10
					1855	.	.	.	.
					1856	— 0·80	+ 1·94	0·93	9·30
					1857	— 1·64	— 2·60	2·32	8·27
					1858	— 4·38	— 4·66	1·31	7·43
					Mittel	— 1·67	— 1·47	2·13	7·74
32	Mürzzuschlag	33° 20′	47° 37′	2076	1853	— 1·45	— 1·69	— 0·17	2·67
					1854	— 2·96	— 2·63	+ 1·00	4·80
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 5·47	— 5·00	+ 1·20	7·30
					Mittel	— 3·29	— 3·11	+ 0·68	4·92
33	Semmering	33° 26′	47° 40′	2676	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 5·83	.	.	.
					Mittel	— 5·83	.	.	.
34	Innsbruck	29° 3′	47° 16′	1756	1853	.	.	0·02	3·85
					1854	— 2·45	— 3·43	0·57	7·70
					1855	— 6·23	+ 0·23	3·23	6·33
					1856	+ 1·44	+ 1·85	3·32	9·26
					1857	— 3·58	— 2·09	2·55	7·14
					1858	— 5·41	— 2·62	1·42	7·42
					Mittel	— 3·23	— 1·21	1·85	6·95

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	5·93	— 0·90	— 6·58	.	1855
4·25	8·88	8·88	10·02	5·67	4·38	— 3·53	— 3·64	2·70	1856
5·21	8·13	10·29	9·70	7·47	4·89	— 0·16	— 1·76	2·93	1857
5·01	9·87	.	.	.	.	.	.	.	1858
4·84	8·96	9·59	9·86	6·57	5·07	— 1·53	— 4·00	2·82	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	9·63	8·28	5·02	— 1·00	— 1·39	.	1854
5·64	9·64	11·12	12·32	8·66	7·20	+ 0·03	— 4·65	3·86	1855
5·95	10·50	10·01	11·98	7·46	5·29	— 3·12	— 2·54	3·09	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
5·80	10·07	10·57	11·31	8·13	5·84	— 1·36	— 2·86	3·48	Mittel
5·09	8·35	10·38	9·58	5·76	3·67	— 0·99	— 6·06	1·98	1853
5·15	7·56	9·38	7·89	5·99	3·16	— 1·55	— 7·16	1·82	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
4·97	8·50	8·16	9·52	5·35	4·27	— 3·47	— 1·94	2·64	1856
5·15	7·37	10·33	9·15	7·21	4·05	— 0·40	— 0·54	2·57	1857
3·63	9·57	.	.	.	.	.	.	.	1858
4·80	8·27	9·56	9·03	6·08	3·79	— 1·60	— 3·92	2·35	Mittel
11·13	13·78	16·70	15·74	11·99	8·24	+ 2·24	— 4·16	6·83	1853
12·59	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	— 4·80	.	1855
11·73	16·15	14·35	16·29	11·56	8·70	— 0·52	— 1·87	7·37	1856
12·15	14·83	17·32	16 25	12·65	10·38	+ 3·07	— 0·63	7·66	1857
11·00	15·94	.	.	.	.	.	.	.	1858
11·72	15·18	16·09	16·09	12·07	9·10	+ 1·59	— 2·86	7·29	Mittel
8·83	11·35	13·87	13·27	9·87	6·47	0·47	— 4·86	4·89	1853
8·82	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
10·40	15·29	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·35	13·82	13·87	13·27	9·87	6·47	0·47	— 4·86	4·89	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	14·08	13·37	9·50	8·11	0·52	+ 0·27	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
.	.	14·08	13·37	9·50	8·11	0·52	+ 0·27	.	Mittel
10·61	12·45	13·77	13·30	10·37	7·39	+ 2·26	— 4·71	5·46	1853
11·07	12·59	14·78	13·40	9·78	.	— 0·90	— 0·90	5·81	1854
9·83	13·04	13·81	14·51	11·71	10·37	+ 1·91	— 5·57	6·08	1855
10·04	14·61	13·01	14·52	10·42	8·06	— 0·81	— 1·90	6·99	1856
11·28	12·88	15·03	14·68	12·74	10·00	+ 2·47	+ 2·86	7·15	1857
7·97	13·37	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·13	13·26	14·08	14·08	11·00	8·95	+ 0·99	— 2·04	6·28	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische		Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere			
		Länge von Ferro	Breite			Januar	Februar	März	April
35	Gurgl	28° 42′	46° 52′	5980	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	— 0·04
					1858	— 7·30	— 6·77	— 3·90	+ 1·40
					Mittel	— 7·30	— 6·77	— 3·90	+ 0·72
36	Linz (Stadt)	31° 54′	48° 16′	806	1853	+ 0·03	— 1·04	0·02	4·83
					1854	— 2·34	— 1·13	2·19	6·75
					1855	+ 0·02	— 1·83	2·66	6·16
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 1·80	— 1·33	1·62	5·91
37	Linz (Freienberg)	31° 54′	48° 16′	1170	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 1·61	+ 0 86	1·22	9·08
					1857	— 3·55	— 3·12	1·77	7·17
					1858	— 3·82	— 4·22	0·91	6·64
					Mittel	— 2·99	— 2·16	1·30	7·63
38	Kremsmünster	31° 48′	48° 3′	1181	1853	— 0·78	— 1·37	— 0·62	4·00
					1854	— 2·30	— 1·47	+ 1·76	6·24
					1855	— 3·65	— 2·79	+ 2·30	5·37
					1856	— 1·68	+ 0·88	+ 0·34	7·92
					1857	— 3·18	— 3·52	+ 1·18	6·17
					1858	— 4·09	— 4·46	+ 0·43	5·79
					Mittel	— 2·61	— 2·12	+ 0·90	5·92
39	Gresten	32° 40′	47° 59′	1266	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 1·39	+ 1·20	0·85	8·46
					1857	— 3·07	— 3·65	1·78	6·68
					1858	— 4·25	— 5·32	0·43	5·65
					Mittel	— 2·90	— 2·59	1·02	6·93
40	Salzburg	30° 39′	47° 48′	1343	1853	+ 0·40	— 1·41	— 1·06	4·12
					1854	— 1·64	— 1·79	+ 1·50	7·10
					1855	— 4·28	— 1·39	+ 2·89	5·66
					1856	— 0·68	+ 2·18	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 2·71	— 2·68	+ 1·95	8·12
					Mittel	— 1·78	— 1·02	+ 1·32	6·25
41	Kirchdorf	31° 48′	47° 57′	1382	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	— 5·63	— 3·94	2·17	5·36
					1856	— 3·72	+ 2·63	1·12	7·89
					1857	— 2·97	— 3·96	1·44	6·06
					1858	— 4·65	— 5·40	1·29	6·32
					Mittel	— 4·24	— 2·67	1·51	6·41

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
.	.	.	.	.	.	.	.	.	Mittel
10·96	13·95	15·76	14·61	12·07	7·31	2·06	— 3·58	6·42	1853
11·79	12·94	15·37	13·87	10·54	7·35	0·84	+ 1·82	6·66	1854
10·69	15·80	15·10	15·31	11·50	8·84	.	.	6·47	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
11·15	14·23	15·41	14·60	11·37	7·83	1·45	— 0·88	6·52	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	+ 1·88	— 5·63	.	1855
10·85	14·71	13·26	15·34	10·24	8·18	— 0·77	— 2·32	6·62	1856
11·32	13·86	16·14	15·31	11·83	9·78	+ 1·06	— 0·63	6·85	1857
9·47	15·60	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·55	14·72	14·47	15·33	11·04	8·98	+ 0·72	— 2·83	6·74	Mittel
10·50	13·42	15·21	14·11	11·17	6·80	+ 1·32	— 4·27	6·19	1853
11·02	12·29	14·91	13·59	10·50	6·95	+ 0·41	+ 1·48	6·28	1854
9·69	13·59	14·61	14·51	10·35	8·72	+ 1·38	— 5·10	5·74	1855
10·69	14·14	12·50	14·78	9·47	7·28	— 0·67	— 2·76	6·02	1856
10·46	12·61	14·74	14·50	11·09	9·03	+ 0·74	— 0·86	6·08	1857
8·56	14·60	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·05	13·44	14·39	14·30	10·52	7·76	+ 0·64	— 2·30	6·06	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	— 5·34	.	1855
10·69	14·29	12·71	14·70	9·96	6·82	— 0·41	— 1·77	6·34	1856
10·40	13·03	15·23	14·39	11·21	9·05	+ 0·71	— 0·66	6·26	1857
8·98	14·59	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·02	13·97	13·97	14·55	10·59	7·94	+ 0·15	— 2·59	6·30	Mittel
10·10	12·76	14·91	14·22	11·04	7·23	2·15	— 4·00	5·87	1853
11·27	12·03	14·44	13·07	10·26	7·61	1·05	+ 1·68	6·37	1854
9·72	12·91	14·03	14·63	10·86	9·46	1·42	— 4·35	6·05	1855
.	13·55	.	.	.	.	.	.	.	1856
11·70	.	14·79	14·59	12·79	10·66	3·61	+ 0·51	.	1857
9·88	16·06	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·51	13·46	14·54	14·13	13·74	8·74	2·06	— 1·54	6·21	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
9·53	13·61	14·58	15·15	10·85	9·79	+ 2·01	— 3·97	5·80	1855
9·75	13·61	12·60	13·58	9·63	6·91	— 0·55	— 2·82	5·55	1856
10·34	11·92	14·93	14·24	11·20	9·35	+ 0·76	— 0·91	5·20	1857
8·53	14·20	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·54	13·34	14·04	14·32	10·56	8·68	+ 0·74	— 2·57	5·52	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische		Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere			
		Länge von Ferro	Breite			Januar	Februar	März	April
42	Markt Aussee	31° 26′	47° 37′	2015	1853	— 1·94	— 2·30	.	.
					1854	— 2·59	— 2·43	+ 0·55	5·00
					1855	— 5·03	— 1·35	+ 1·37	3·61
					1856	— 2·72	— 0·47	+ 0·08	5·95
					1857	— 4·56	— 6·34	— 0·05	4·88
					1858	— 4·77	— 3·09	— 0·43	5·49
					Mittel	— 3·60	— 2·66	+ 0·40	4·99
43	Admont	32° 8′	47° 35′	2051	1853	— 3·22	— 2·16	— 0·44	3·32
					1854	— 5·54	— 2·98	+ 1·43	3·88
					1855	— 5·32	— 1·26	+ 1·90	4·24
					1856	— 3·15	— 0·25	+ 0·74	6 92
					1857	— 4·55	— 5·63	+ 0·35	5·57
					1858	— 6·12	— 5·09	+ 0·19	6 02
					Mittel	— 4·65	— 2·89	+ 0·69	4·99
44	St. Johann (in Tirol)	30° 5′	47° 31′	2112	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 5·47	— 4·53	+ 0·27	+ 6·80
					Mittel	— 5·47	— 4·53	+ 0·27	+ 6·80
45	Alt-Aussee	31° 24′	47° 39′	2607	1853	— 0·68	— 2·79	— 0·77	2·44
					1854	— 1·93	— 4·08	0·00	4·79
					1855	— 5·10	— 1·48	+ 0·86	2·79
					1856	— 0·36	— 0·10	+ 0·11	6·43
					1857	— 4·02	— 1·91	— 0·87	4·18
					1858	— 4·18	— 3·17	+ 0·73	5·70
					Mittel	— 2·71	— 2·25	+ 0·01	4·39
46	Bad-Gastein	30° 45′	47° 5′	3033	1853	.	.	.	.
					1854	— 2·10	— 2·24	+ 1·86	5·70
					1855	— 5·30	.	+ 1·61	4·25
					1856	— 0·33	+ 0·50	+ 0·82	3·26
					1857	— 5·50	— 4·21	— 0·77	3·28
					1858	— 4·78	— 3·28	— 0·19	5·89
					Mittel	— 3·60	— 2·31	+ 0·88	4·48
47	Wien	34° 2′	48° 12′	598	1853	+ 0·78	— 0·37	0·85	5·21
					1854	— 0·81	+ 0·34	3·15	7·59
					1855	— 2·08	— 2·73	3·51	6·61
					1856	+ 0·12	+ 2·29	1·70	9·59
					1857	— 1·23	— 2·15	2·76	8·09
					1858	— 2·55	— 5·35	2·14	7·23
					Mittel	— 0·96	— 1·33	2·35	7·39
48	W. Neustadt	33° 55′	47° 49′	889	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 3·06	— 5·14	2·40	7·46
					Mittel	— 3·06	— 5·14	2·40	7·46

Temperaturen in R. Graden									Jahre
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	
.	.	13·00	12·37	9·25	6·04	.	— 3·47	4·87	1853
10·08	10·59	13·21	11·70	8·89	6·41	— 0·36	— 0·86	5·62	1854
7·67	11·81	12·21	12·10	10·43	8·18	+ 1·64	— 6·88	4·64	1855
9·38	12·80	10·88	12·68	9·84	6·81	— 1·42	— 3·33	5·10	1856
9·41	10·62	12·90	13·25	10·07	8·36	+ 0·17	— 1·98	4 74	1857
7·43	13·67	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·79	11·90	12·44	12·42	9·70	7·16	+ 0·01	— 3·30	4·87	Mittel
9·80	12·01	13·49	12·38	10·52	5·73	+ 0·60	— 5·02	4·74	1853
9·80	11·20	13·16	12·05	8·79	6·10	— 0·77	— 0·52	4·75	1854
8·41	12·32	13·07	13·50	9·64	8·30	+ 1·50	— 8·77	4·76	1855
9·20	13·44	11·83	13·85	9·12	6·56	— 1·85	— 4·00	5·15	1856
9·29	11·29	13·59	13·31	10·33	8·49	+ 1·21	— 2·67	5·48	1857
8·11	13·13	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·10	12·23	13·03	13·02	9·68	7·04	+ 0·14	— 4·20	4·98	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	14·13	11·43	8·50	2·42	— 1·82	.	1857
8·30	14·10	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·30	14·10	.	14·13	11·43	8·50	2·42	— 1·82	.	Mittel
9·44	10·39	11·98	11·87	9·92	6·48	+ 0·64	— 4·03	4·03	1853
9·26	9·40	12·27	10·65	8·93	5·80	— 1·00	— 1·33	4·39	1854
5·99	10·20	11·62	11·60	9·15	8·34	+ 0·48	— 5·14	4·06	1855
8·55	10·85	10·36	12·80	9·00	7·80	— 1·97	— 1·73	5·16	1856
9·04	10·29	12·60	12·44	10·01	7·86	+ 1·44	— 0·88	5·02	1857
8·17	13·67	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·41	10·80	11·77	11·87	9·40	7·26	— 0·08	— 2·42	4·53	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
8·86	10·13	11·34	10·83	9·05	6·09	— 0·65	— 1·80	4·75	1854
7·32	10·44	11·69	12·18	9·89	8·04	+ 1·48	— 5·67	4·47	1855
8·26	11·87	10·63	12·92	8·76	6·56	— 2·30	— 3·63	4·77	1856
7·66	10·01	11·28	13·01	9·81	7·91	+ 1·47	— 1·87	4·34	1857
7·48	11·59	.	.	.	.	.	.	.	1858
7·91	10·81	11·24	12·24	9·38	7·15	0·00	— 3·24	4·58	Mittel
11·69	14·70	16·57	15·77	12·17	8·74	2·39	— 3·48	7·08	1853
12·82	13·80	16·14	14·51	11·76	8·24	1·92	+ 2·60	8·13	1854
11·28	15·26	15·76	15·81	11·77	10·57	3·56	— 4·50	7·07	1855
12·00	16·10	14·34	16·58	11·41	8·42	0·75	— 0·69	7·72	1856
11·40	14·54	17·12	16·74	12·96	10·78	2·02	+ 1·27	7·86	1857
10·65	16·44	.	.	.	.	.	.	.	1858
11·64	15·14	15·98	15·88	12·01	9·35	2·13	— 0·96	7·95	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	14·12	16·92	16·19	12·55	10·52	1·76	+ 0·57	.	1857
11·18	16·45	.	.	.	.	.	.	.	1858
11·18	15·29	16·92	16·19	12·55	10·52	1·76	+ 0·57	.	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische		Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere			
		Länge von Ferro	Breite			Januar	Februar	März	April
49	Paierbach	33° 30′	47° 42′	1452	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	— 2·91	— 5·96	3·38	6·97
					Mittel	— 2·91	— 5·96	3·38	6·97
50	Tröpolach	30° 56′	46° 37′	1826	1853	— 2·60	— 3·20	— 0·55	2·92
					1854	— 4·98	— 5·06	+ 0·35	5·96
					1855	— 6·76	— 1·53	+ 0·69	4·50
					1856	— 1·72	+ 0·79	— 0·27	7·73
					1857	— 6·67	— 5·61	— 0·79	4·59
					1858	—11·20	— 7·26	— 0·83	7·66
					Mittel	— 5·65	— 3·64	— 0·23	5·56
51	Weissbriach	30° 55′	46° 51′	2454	1853	.	.	.	.
					1854	— 1·33	— 1 96	1·52	6·02
					1855	— 3·74	— 0·58	1·88	4·25
					1856	— 0·06	+ 1·36	0·40	7·06
					1857	— 3·55	— 1·95	0·47	5·39
					1858	— 6·14	— 4·80	0·81	7·00
					Mittel	— 2·96	— 1·59	1·02	5·94
52	Saifnitz	31° 54′	46° 27′	2514	1853	.	.	— 0·67	2·88
					1854	— 3·16	— 4 23	+ 0·25	4·71
					1855	— 6·10	— 1·67	+ 0·13	3·43
					1856	— 0·83	+ 0·87	— 0·54	7·33
					1857	— 5·04	— 4·14	— 1·05	4·28
					1858	— 8·60	— 6·54	— 0·71	6·23
					Mittel	— 4·75	— 3·14	— 0·43	4·81
53	St. Jakob	30° 34′	46° 41′	2904	1853	— 1·39	— 2·48	— 0·44	3·18
					1854	— 1·98	— 1·92	+ 1·58	5·70
					1855	— 3·79	— 1·31	+ 0·98	4·20
					1856	— 0·42	+ 0·95	+ 0·13	4·87
					1857	— 4·29	— 2·29	— 0·22	4·48
					1858	— 5·91	— 5·47	+ 0·40	6·30
					Mittel	— 2·96	— 2·09	— 0·40	4·79
54	Obir I	32° 7′	46° 30′	3780	1853	— 0·57	— 4·06	— 0·38	2·66
					1854	+ 0·10	— 2·86	— 0·11	4·38
					1855	— 4·49	+ 0·70	+ 0·62	2·42
					1856	+ 0·99	+ 2.90	— 0·16	5·93
					1857	— 4·61	— 1.31	— 1·80	4·04
					1858	— 6·65	— 5·92	+ 1·56	4·69
					Mittel	— 2·54	— 1·76	— 0·04	4·02
55	Sexten	30° 1′	46° 42′	3926	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	— 7·52	— 5·87	— 1·46	3·16
					1858	—10·06	— 8·49	— 1·29	.
					Mittel	— 8·79	— 7·18	— 1·38	3·16

Temperaturen in R. Graden

Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	Jahre
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1856
.	.	.	15·91	.	.	2·36	+ 1·86	.	1857
9·83	16·19	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·83	16·19	.	15·91	.	.	2·36	+ 1·86	.	Mittel
9·45	12·49	14.73	13·56	9·85	6·73	+ 2·74	— 5·14	5·08	1853
9·62	11·19	13·83	12·14	8·98	6·62	— 0·33	— 3·78	4·54	1854
9·11	12·59	13·87	13·91	10·82	8·81	+ 2·07	— 6·93	5·10	1855
8·93	13·55	12·03	13·51	9·54	6·72	— 3·10	— 6·23	5·17	1856
10·53	.	14·72	13·85	10·89	8·55	+ 1·45	— 3·49	.	1857
9·08	14·56	.	.	.	.	.	.	.	1858
9·45	12·88	13·84	13·40	10·01	7·48	+ 0·56	— 5·11	4·97	Mittel
.	.	.	.	.	.		.	.	1853
9·62	11·45	13·52	12·23	10·03	6·71	+ 0·40	— 0·53	5·64	1854
8·14	10·74	13·59	14·25	10·39	8·73	+ 2·12	— 4·36	5·45	1855
8·40	13·14	11·49	14·16	9·20	7·28	— 1·60	— 1·39	5·89	1856
9·75	12·19	14·52	14·04	11·16	8·73	+ 1·82	— 0·43	6·61	1857
8·95	14·63	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·97	12·48	13·30	13·67	10·20	7·86	+ 0·83	— 1·68	5·75	Mittel
8·44	12·10	14·25	13·64	9·50	6·49	+ 1·91	— 5·41	4·90	1853
9·64	11·87	13·40	10·93	8·98	6·03	— 0·90	— 2·60	4·59	1854
7·59	12·59	13·85	13·78	9·99	8·61	+ 1·73	— 5·67	4·02	1855
8·57	13·49	12·40	13·99	9·14	6·91	— 2·95	— 3·48	5·41	1856
9·51	12·11	14·71	13·57	10·56	8·87	+ 1·24	— 2·06	5·21	1857
8·90	14·55	.	.	.	.	.		.	1858
8·78	12·79	13·72	13·18	9·63	7·38	+ 0·21	— 3·84	4·83	Mittel
8·41	11·48	14·30	13·34	9·84	6·29	+ 2·07	— 4·27	4·96	1853
9·18	11·30	12·22	11·80	9·82	6·02	— 0·31	— 1·08	5·20	1854
7·84	11·84	13·48	13·87	10·18	8·28	+ 1·48	— 4·34	5·22	1855
7·97	10·75	12·30	13·50	8·80	6·90	— 2·18	— 2·06	5·13	1856
9·38	.	13·73	13·17	10·57	7·86	+ 0·73	— 0·63	.	1857
8·10	13·60	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·48	11·79	13·21	13·14	9·84	7·07	+ 0·36	— 2·54	5·13	Mittel
5·97	9·40	12·98	11·68	8·86	5·77	+ 0·92	— 3·17	4·17	1853
5·98	9·85	12·31	10·34	9·21	5·52	— 0·43	— 2·60	4·31	1854
6·36	9·86	11·69	12·91	8·01	8·00	+ 0·78	— 5·61	4·28	1855
7·24	13·07	10·25	12·88	7·76	7·61	— 3·01	— 1·49	5·33	1856
7·59	10·80	9·92	9·86	6·09	6·45	— 0·32	— 1·45	3·77	1857
6·93	12·23	.	.	.	.	.	.	.	1858
6·68	10·87	11·43	11·53	7·99	6·67	— 0·41	— 2·86	4·37	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1855
.	.	.	.	7·14	4·77	— 3·64	— 5·89	2·75	1856
7·08	9·75	12·19	11·72	9·39	6·48	— 0·46	— 6·32	3·18	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
7·08	9·75	12·19	11·72	8·27	5·63	— 2·05	— 6·11	.	Mittel

Nr.	Namen der Stationen	Geographische Länge von Ferro	Geographische Breite	Absolute Höhe in P. F.	Jahre	Mittlere Januar	Mittlere Februar	Mittlere März	Mittlere April
56	Unter-Tilliach	30° 17′	46° 42′	4440	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	— 0·45	+ 1·01	— 1·15	4·54
					1857	— 3·47	— 1·30	— 0·98	2·66
					1858	— 4·40	— 4·73	— 0·15	.
					Mittel	— 2·77	— 1·64	— 0·76	— 3·60
57	Luschariberg	31° 11′	46° 29′	5298	1853	.	.	.	.
					1854	.	.	.	.
					1855	.	.	.	.
					1856	.	.	.	.
					1857	.	.	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	.	.	.	.
58	Obir III	32° 7′	46° 30′	6288	1853	— 3·28	— 7·58	— 5·03	+ 2·16
					1854	— 4·02	— 9·82	— 3·59	+ 1·68
					1855	— 7·79	— 3·93	— 4·12	+ 2·32
					1856	— 2·39	— 2·40	— 2·93	+ 0·31
					1857	— 8·55	— 4·76	— 7·25	+ 2·16
					1858	— 7·99	— 8·00	— 3·63	+ 1·27
					Mittel	— 5·67	— 6·08	— 4·42	+ 0·93
59	Laibach	32° 10′	46° 3′	884	1853	+ 1·23	+ 0·34	+ 1·63	5·33
					1854	— 0·55	— 0·95	+ 3·07	7·32
					1855	— 4·27	— 0·70	+ 3·67	6·60
					1856	+ 1·23	— 1·00	— 1·50	8·83
					1857	— 1·87	— 2·10	+ 2·32	8·13
					1858	— 6·63	— 5·60	+ 0·40	7·70
					Mittel	— 1·81	— 1·67	— 1·60	7·32
60	Adelsberg	31° 54′	45° 46′	1661	1853	+ 2·66	+ 0·58	2·84	6·08
					1854	— 0·07	+ 1·70	2·12	6·07
					1855	— 2·95	0·00	3·26	6·18
					1856	+ 2·66	+ 2·20	1·20	8·01
					1857	+ 1·38	— 0·67	.	.
					1858	.	.	.	.
					Mittel	— 0·74	+ 0·76	2·35	6·59
61	St. Magdalena	31° 43′	46° 0′	2628	1853	.	.	.	.
					1854	— 0·51	— 2·54	+ 0·66	5·18
					1855	— 4·17	— 1·47	+ 1 31	3·86
					1856	+ 0·74	+ 0·56	— 0·76	6·52
					1857	— 2·95	— 1·92	+ 0·02	5·61
					1858	— 5·94	— 5·80	+ 0·22	5·78
					Mittel	— 2·57	— 2·23	+ 0·29	5·39

Wir wollen nun zuvörderst untersuchen, in welcher Weise, innerhalb des Gebietes der Ostalpen, die Wärmeabnahme mit wachsender Höhe von der Höhe im Allgemeinen abhängig ist. Es ist bekannt, dass über diese Abhängigkeit zwei verschiedene Meinungen aufgestellt wurden, und zwar soll, nach einer derselben, die Temperaturänderung bei gleichen verti-

Temperaturen in R. Graden									
Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr	Jahre
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1854
.	.	.	.	.	7·73	+ 0·30	— 3·93	.	1855
5·32	10·14	9·34	11·29	7·11	6·12	— 1·92	— 0·87	4·21	1856
6·73	9·09	11·69	10·89	8·92	6·46	+ 1·70	+ 1·12	4·46	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
6·03	9·62	10·53	11·09	8·02	6·77	+ 0·03	— 1·23	4·34	Mittel
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1853
.	8·46	9·85	8·45	.	.	.	.	.	1854
.	7·75	9·82	10·01	5·84	.	.	.	.	1855
3·97	9·31	8·12	10·24	5·14	.	.	.	.	1856
.	.	8·01	10·47	7·95	.	.	.	.	1857
4·50	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
3·97	8·53	8·95	9·80	6·31	.	.	.	.	Mittel
+ 2·41	4·45	9·54	8·55	6·19	2·35	— 2·25	— 6·46	+ 1·30	1853
+ 3·69	5·55	8·56	6·74	7·09	3·33	— 5·75	— 4·96	+ 0·71	1854
+ 0·79	5·34	8·19	9·67	4·76	4·43	— 2·41	.	+ 0·16	1855
+ 2·54	7·72	7·01	10·24	4·63	4·62	— 7·09	— 4·01	+ 1·52	1856
— 0·25	4·02	8·23	5·59	4·00	3·58	— 0·85	— 2·97	— 0·11	1857
+ 2·90	7·60	.	.	.	.	.	.	.	1858
+ 2·01	5·78	8·31	8·16	5·33	3·64	— 3·67	— 4·60	+ 0·72	Mittel
11·13	13·99	17·00	15·63	12·17	8·93	3·46	— 2·58	7·41	1853
11·63	13·90	15·83	13·95	10·81	8·40	2·33	+ 0·47	7·18	1854
10·00	15·13	15·63	16·10	11·51	10·90	4·50	— 5·03	7·22	1855
11·00	15·90	14·27	16·00	11·43	8·40	0·76	— 0·97	7·27	1856
11·50	14·08	16·04	15·03	12·16	10·80	2·86	— 1·38	7·69	1857
11·60	15·60	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·98	14·73	15·75	15·32	11·62	9·49	2·76	— 1·90	7·35	Mittel
11·43	14·39	16·80	14·47	11·17	8·54	2·23	— 2·13	7·42	1853
10·75	13·04	.	.	.	.	.	.	.	1854
9·71	14·14	15·25	15·70	11·61	11·01	3·39	— 3·01	7·02	1855
8·87	14·35	13·59	15·78	10·57	8·93	1·13	+ 0·85	7·36	1856
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1857
.	.	.	.	.	.	.	.	.	1858
10·19	13·98	15·21	15·32	11·12	9·49	2·25	— 1·43	7·27	Mittel
.	.	.	.	.	7·09	+ 0·97	— 5·23	.	1853
9·08	11·47	13·83	11·72	9·59	6·25	+ 0·72	— 0·28	5·43	1854
8·21	12·69	13·78	14·17	9·58	9·06	+ 1·50	— 1·08	5·37	1855
8·33	13·27	12·27	15·00	9·34	7·24	— 1·35	— 0·94	5·85	1856
9·17	12·01	14·74	14·12	10·45	8·60	+ 1·02	+ 0·27	5·93	1857
8·30	14·10	.	.	.	.	.	.	.	1858
8·62	12·71	13·66	13·75	9·74	7·79	+ 0·47	— 0·51	5·65	Mittel

calen Abständen im Sinne einer arithmetischen, nach der anderen Ansicht aber im Sinne einer geometrischen Progression erfolgen; beide Vorstellungsarten haben sehr beachtenswerthe Vertreter gefunden, je nachdem entweder die Ergebnisse der Erfahrung oder die Forderungen der Theorie mehr berücksichtigt wurden.

Hiernach ist nun der Zusammenhang der Temperatur mit der Höhe durch nachfolgende Formeln dargestellt worden, und zwar:

a) Für die Wärmeänderungen in arithmetischer Progression:

1. $t_h = t + ah$
2. $t_h = t - ah - aht$ von Euler aufgestellt[1].
3. $h = a[t - t_h] + b[t - t_h]^2$ „ Ed. Schmidt aufgestellt[1].

Nach den zwei letzteren Formeln vermindert sich die Temperatur für wachsende Höhen von gleichen Abständen nach einer arithmetischen Reihe der zweiten Ordnung, wobei noch zu bemerken ist, dass die Formel Euler's weit rascher convergirt als jene von Ed. Schmidt, wesshalb auch letztere brauchbarer zu sein scheint.

b) Für die Wärmeänderungen in geometrischer Progression.

1. $\log t_h = \log t - ah$ von Biot angegeben[2].
2. $t - t_h = \frac{h}{m} \cdot \frac{2B + 1 - n}{2B}$ „ Zach angegeben[2].

In allen diesen Formeln bedeutet t die Temperatur der unteren und t_h die Temperatur der oberen Station, für die Höhe dieser Station $= h$; a und b sind unbekannte, durch die Beobachtung zu ermittelnde Constanten; in der letzten Formel endlich stellt m den Coëfficienten der Wärmeabnahme, B den Barometerstand an der unteren Station und n den Unterschied des unteren und oberen Barometerstandes in Linien vor.

Die Differenzen, welche alle diese Ausdrücke im Vergleiche mit den Ergebnissen der Erfahrung zeigen, haben mich veranlasst, die Aufstellung einer Formel unter der Annahme zu versuchen, dass die Wärme in jedem Höhenabschnitte um etwas weniger sich vermindere, als sie sich in dem vorhergehenden Abschnitte von gleicher Höhe, gegen den zweitvorhergehenden Abschnitt gehalten, vermindert hat. Bedeutet demnach h die absolute Höhe der unteren Station und t ihre Temperatur; stellt ferner h_1 die Höhe der auf einander folgenden Höhenschichten, a die Temperaturabnahme in der ersten Höhenschichte, und b jene Wärmemenge vor, um welche sich, nach obiger Voraussetzung, die Temperatur in jeder höheren Schichte weniger vermindert, als in der vorhergegangenen, so erhalten wir für die einzelnen absoluten Höhen und für die ihnen entsprechenden Temperaturen nachfolgende Reihen:

	1	2	3	4	5
Höhen . . .	h ,	$h + h_1$,	$h + 2h_1$,	$h + 3h_1$,	$h + 4h_1$,
Temperaturen	t ,	$t - a$,	$t - (2a - b)$,	$t - (3a - 3b)$,	$t - (4a - 6b)$, und allgemein

	n
Höhe . . .	$h + (n - 1)h_1$,
Temperatur	$t - [(n - 1)a - (n - 2)b - (n - 2)(n - 3)b]$.

Hier bilden die Höhen eine arithmetische Reihe der ersten, die Temperaturen eine solche Reihe der zweiten Ordnung. Es ist demnach die Temperatur der oberen Station gleich

$$t - \Big[(n - 1)a - \big[(n - 2) + (n - 2)(n - 3)\big]b\Big].$$

---

[1]) S. Kämtz: Meteorologie II, S. 135 und Ed. Schmidt: Mathematische und physicalische Geographie II, §. 162.

[2]) Kämtz: Meteorologie II, S. 130 u. 135.

Ist nun $h_1 = 1$ Fuss, so wird $(n - 1)\, h_1 = D$, d. h. der Höhendifferenz beider Stationen und daher

$$n = D + 1$$

Setzen wir nun $h + D$, d. i. die absolute Höhe der oberen Station $= H$ und ihre Temperatur $= t_H$, und substituiren wir D (die Einheit unberücksichtigt lassend) anstatt n in den obigen Ausdruck, so erhalten wir

$$t_H = t - aD + b\,(D^2 - 2\,D)$$

die Formel, welche unter der ausgesprochenen Annahme, die Abhängigkeit der Temperatur von der Höhe ausdrückt, und wo die Coëfficienten a und b aus der Beobachtung zu bestimmen sind.

Dieser Ausdruck hat den Vortheil, dass er die Temperatur der unteren Station berücksichtigt; auch gibt er für geringere Höhen sehr gute Resultate; für grössere convergirt er jedoch zu rasch, wie die Formeln von Euler und Schmidt, mit denen er übrigens nahe verwandt ist.

Um nun zu erfahren, welche von beiden Ansichten über den Modus der Wärmeabnahme mit wachsender Höhe sich innerhalb des Alpengebietes rechtfertigt, wählen wir zu unserer Untersuchung die beiden Formeln

$$1.\quad t_h = t - ah \quad \text{und}$$
$$2.\quad \log t_h = \log t - ah$$

aus; beide stellen die ihrer Construction zu Grunde liegende Ansicht scharf und einfach dar.

Wir theilen uns zu diesem Ende das ausgedehnte und unter so mannigfaltigen klimatischen Bedingungen stehende Terrain der Ostalpen in nachfolgende Regionen ein:

1. Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen,
2. Östlicher " " " "
3. Südabhang der norischen Alpen,
   a. Region von Lienz,
   b. " " Klagenfurt,
4. Nordabhang der norischen Alpen,
5. Carnische Alpen.

Die Wichtigkeit dieser Untersuchung bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Ein weiteres Ergebniss derselben wird der Gewinn von Interpolationsformeln sein, die uns nachher, bei der Bestimmung der Höhenisothermen, der Temperatur von 0° und der unteren Schneegrenze, von grossem Nutzen sein werden.

1. Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen.

Wir finden hier sieben Stationen zur Benützung vor; die tiefste derselben ist Mailand, die höchste ist die Ferdinandshöhe — der culminirende Punkt des über das Stilfserjoch führenden Strassenzuges.

Wenn wir in den beiden Formeln die Constanten t und a nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen, so erhalten wir folgende Ausdrücke:

$$1.\quad t_h = 10°39 - 0\cdot009224\, h$$
$$2.\quad \log t_h = 1\cdot15794 - 0\cdot001047\, h.$$

In diesen, wie auch in allen folgenden Formeln, wo eine Ausnahme nicht ausdrücklich festgesetzt ist, bezieht sich h auf Toisen und t auf Grade der Réaumür'schen Scala.

Nachstehende Tabelle zeigt die beobachteten und berechneten Temperaturen.

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Mailand	76	9°48	9°69	+ 0°21	11°97	+ 1°49
2	Luino	97	9·09	9·50	+ 0·41	11·38	+ 2·29
3	Sondrio	163	8·50	8·70	+ 0·20	9·71	+ 1·21
4	Bormio	688	5·12	3·06	— 2·06	2·74	— 2·38
5	Stilfser Joch. I. Cantonniera	934	2·97	1·80	— 1·17	1·51	— 1·46
6	„ „ St. Maria	1269	— 1·90	— 1·31	+ 0·59	— 1·48	+ 0·42
7	„ „ Ferdinandshöhe	1484	— 3·96	— 3·30	+ 0·66	— 2·49	+ 1·47

Nach der arithmetischen Formel ist die Summe der Quadrate der Fehler = 6°5328 und der mittlere zu befürchtende Fehler bei jeder Beobachtung = 0°65 R.

Nach der geometrischen Formel aber stellen sich die analogen Werthe mit 19°0616 und 2°95 R. heraus.

2. Östlicher Südabhang der rhätischen Alpen.

Hier bieten sich sechs Stationen zur Rechnung dar. Die wie oben entwickelten Formeln sind:

$$1.\quad t_h = 10\cdot 90 - 0\cdot 009783\, h$$

$$2.\quad \log t_h = 1\cdot 086819 - 0\cdot 000968\, h.$$

Den Grad der Übereinstimmung zwischen der Erfahrung und den beiden Formeln zeigt die Tabelle.

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Venedig	0	10°48	10°90	+ 0°42	12°22	+ 1°74
2	Trient	92	10·45	10·00	+ 0·45	9·95	— 0·50
3	Botzen	122	9·51	9·70	+ 0·19	9·26	— 0·25
4	Meran	164	9·20	9·29	+ 0·09	8·47	— 0·73
5	Plan	835	3·35	2·73	— 0·62	1·90	— 1·45
6	Ferdinandshöhe	1484	— 3·96	— 3·54	+ 0·42	— 2·24	+ 1·72

Nach der Formel 1) ist die Summe der Quadrate der Fehler = 0·9739 und der mittlere zu befürchtende Fehler 0°27; nach der Formel 2) belaufen sich die analogen Werthe auf 8·9343 und 0°83.

3. Südabhang der norischen Alpen.

a. Region von Lienz.

Diese Region wurde desshalb von der nächstfolgenden getrennt, weil sonst allzuweit entfernte und in ihrem Klima durch sehr verschiedene locale Einflüsse bedingte Stationen an einander gereiht worden wären. So liegen z. B. die Stationen nördlich von Lienz am Fusse der stark vergletscherten Tauernkette, während jene der Klagenfurter Region einem zum Theile weit niedrigeren und eisfreien Gebirgsstriche angehören. Die den beiden Regionen entsprechenden Formeln rechtfertigen diese Trennung.

Für die Lienzer Region ergaben sich durch die Rechnung aus 9 Stationen die beiden Formeln, wie folgt:

1. $t_h = 7 \cdot 75 - 0 \cdot 006325\, h$
2. $\log t_h = 0 \cdot 985878 - 0 \cdot 0006824\, h.$

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Sachsenburg	284	5°78	5°95	+ 0°17	6°20	+ 0°42
2	Ober-Vellach	336	5·48	5·62	+ 0·14	5·71	+ 0·23
3	Lienz	337	6·00	5·62	— 0·38	5·70	— 0·30
4	Pregratten	579	4·26	4·10	— 0·16	3·90	— 0·36
5	Innichen	598	3·96	3·97	+ 0·01	3·78	— 0·18
6	Heiligenblut	660	3·41	3·59	+ 0·18	3·43	+ 0·02
7	Inner-Villgratten	708	2·94	3·28	+ 0·34	3·18	+ 0·24
8	Kalkstein	750	3·24	3·02	— 0·22	2·98	— 0·26
9	Raggaberg	881	2·25	2·21	— 0·04	2·43	+ 0·18

In dem vorliegenden Falle liefern beide Formeln Resultate, die mit der Erfahrung sehr gut zusammentreffen; doch ist auch hier die arithmetische Reihe etwas besser als die geometrische: bei jener beträgt die Summe der Fehlerquadrate 0·4126 und der mittlere zu befürchtende Fehler 0°14, bei dieser stehen dieselben Werthe auf 0°6393 und 0°18.

b. Region von Klagenfurt.

Aus sechs Stationen liessen sich in dieser Region die beiden Formeln wie folgt berechnen:

1. $t_h = 7^\circ 45 - 0 \cdot 005585\, h$
2. $\log t_h = 0 \cdot 964857 - 0 \cdot 0006316\, h.$

Nachstehende Tabelle zeigt den Werth beider Ausdrücke:

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Klagenfurt	226	5°84	6°19	+ 0°35	6°64	+ 0°80
2	Althofen	381	5·71	5·32	— 0·39	5·30	— 0·41
3	Mallnitz	506	3·72	4·62	+ 0·90	4·42	+ 0·70
4	Steinpichel	551	5·46	4·37	— 1·09	4·14	— 1·32
5	St. Peter	628	4·00	3·94	— 0·06	3·70	— 0·30
6	Raggaberg	881	2·25	2·53	+ 0·28	2·56	+ 0·31

Bei der arithmetischen Reihe ist die Summe der Quadrate der Fehler = 2·3547 und der mittlere zu befürchtende Fehler 0°37; bei der geometrischen betragen die analogen Werthe 3·2296 und 0°49.

4. Nordabhang der norischen Alpen.

In dieser Region bieten sich zwar acht Stationen für die Rechnung dar, doch erreicht die höchstgelegene nur die Höhe von 3033′ ü. M., wesshalb sich in diesem Falle die Vorzüglichkeit der einen oder der anderen Formel schwer ermitteln lässt.

Diese Formeln sind:

1. $t_h = 7^\circ 40 - 0 \cdot 006442\, h$
2. $\log t_h = 0 \cdot 889520 - 0 \cdot 0005193\, h.$

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Linz (Stadt)	134	6°52	6°54	+ 0·02	6°61	+ 0°09
2	Kremsmünster	197	6·06	6·23	+ 0·17	6·13	+ 0·07
3	Gresten	211	6·30	6·04	— 0·26	6·02	— 0·28
4	Salzburg	224	6·21	5·96	— 0·25	5·93	— 0·28
5	Kirchdorf	230	5·52	5·92	+ 0·40	5·87	+ 0·35
6	Markt Aussee	336	4·87	5·24	+ 0·37	5·19	+ 0·32
7	Alt-Aussee	435	4·53	4·60	+ 0·07	5·61	+ 0·08
8	Gastein	506	4·58	4·14	— 0·44	4·23	— 0·35

Wie die Tabelle zeigt, stellt hier die geometrische Reihe den Gang der Wärmeabnahme mit wachsender Höhe im Allgemeinen besser dar, als die arithmetische. Bei dieser beträgt die Summe der Fehlerquadrate 0·6548 und der mittlere zu befürchtende Fehler 0°19, bei jener respective 0·5236 und 0°16. Der Unterschied ist indess nicht sehr bedeutend.

5. Carnische Alpen.

Die dieser Region angehörigen Stationen liegen sämmtlich auf der Nordseite des carnischen Alpenzuges, vom oberen Gailthal angefangen bis in die Gegend von Klagenfurt. Einschliesslich von Sachsenburg und Klagenfurt, welche als die zwei ersten Glieder der Reihe benützt wurden, waren hier 10 Stationen zu verwenden.

Die Formeln sind:

$$1.\quad t_h = 7°42 - 0·005641\, h$$

$$2.\quad \log t_h = 1·261123 - 0·0009311\, h.$$

Nachstehende Tabelle gibt die beobachteten und die nach beiden Formeln berechneten Temperaturen.

	Stationen	Seehöhe in Toisen	Beobachtete mittlere Jahrestemp.	Arithmetische Reihe	Unterschied	Geometrische Reihe	Unterschied
1	Klagenfurt	226	5°84	6°15	+ 0°31	11·23	+ 5°39
2	Sachsenburg	284	5·78	5·82	+ 0·04	9·93	+ 4·15
3	Tröpolach	304	4·97	5·71	+ 0·74	9·48	+ 4·51
4	Weissbriach	409	5·75	5·11	— 0·64	7·59	+ 1·84
5	Saifnitz	419	4·83	5·06	+ 0·23	7·41	+ 2·58
6	St. Jakob	484	5·13	4·69	— 0·44	6·46	+ 1·33
7	Obir I.	630	4·37	3·87	— 0·50	4·72	+ 0·35
8	Sexten	654	3·18	3·73	+ 0·55	4·49	+ 1·31
9	Unter-Tilliach	740	4·34	3·25	— 1·09	4·09	— 0·25
10	Obir III.	1048	0·72	1·51	+ 0·79	1·93	+ 1·21

Bei der arithmetischen Reihe beträgt die Summe der Quadrate der Fehler 3·6691 und der mittlere zu befürchtende Fehler 0°41; bei der geometrischen Reihe aber erheben sich diese Werthe auf 81·7905 und 1°93 R.

Wenn wir nun die, für die Verlässlichkeit beider Anschauungsweisen über die Wärmeabnahme mit zunehmender Höhe so eben gefundenen Werthe zusammenstellen, so ergibt sich uns nachfolgende Übersicht.

	Regionen	Arithmetische Reihe		Geometrische Reihe	
		Summe der Fehlerquadrate	Mittlere Fehler	Summe der Fehlerquadrate	Mittlere Fehler
1	Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen	6·5328	0°65	19·0616	2°95
2	Östlicher „ „ „ „	0·9739	0·27	8·9343	0·83
3	Südabhang der norischen Alpen a. Region von Lienz	0·4126	0·14	0·6393	0·18
	Südabhang der norischen Alpen b. „ „ Klagenfurt	2·3547	0·37	3·2296	0·49
4	Nordabhang der norischen Alpen	0·6448	0·19	0·5236	0·16
5	Carnische Alpen	3·6691	0·41	81·7905	1·93

Man sieht hieraus, dass durchaus kein Grund vorhanden ist, die Abnahme der Temperatur mit wachsender Erhebung über das Meeresniveau, und zwar für alle Höhen in den Alpen, die noch von Menschen bewohnt werden, anders als in arithmetischer Progression anzunehmen.

Zu derselben Ansicht haben sich auch Laplace und Gauss bei den bekannten Verbesserungen der Barometerformel hingeneigt, und zu einem ähnlichen, doch weniger bestimmt hervortretenden Resultate ist auch Kämtz bei seinen diesfälligen, mit einigen Stationen in den Westalpen und mit den Daten der Luftreise Gay-Lussac's vorgenommenen Untersuchungen gelangt; er kömmt jedoch hiebei zu dem Schlusse, dass es sich bis jetzt noch nicht entscheiden lasse, welche von beiden Ansichten den Vorzug verdiene[1]).

Zur weiteren Bekräftigung der oben ausgesprochenen Behauptung, sei es mir gestattet, die Ergebnisse der letzten englischen Luftreisen (des Jahres 1852) auf gleiche Weise zu untersuchen. Wir wählen hiezu, unter den vier Reisen jenes Jahres, die erste und vierte aus; jene wurde im August, diese im November unternommen, und bei beiden wurden sehr ansehnliche Höhen erreicht.

Die resultirenden Formeln sind:

a. Für die erste Luftfahrt:

1. $t_h = 72·62 - 0·031167\, h$
2. $\log t_h = 1·953010 - 0·0003990\, h.$

b. Für die vierte Luftfahrt:

1. $t_h = 50·09 - 0·023309\, h$
2. $\log t_h = 1·767526 - 0·0005575\, h.$

Die Formeln geben die Temperatur in Fahrenheit'schen Graden; für h aber sind Faden zu 10 englischen Fussen zu setzen. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der unmittelbaren Beobachtung und der nach den Formeln geführten Rechnung[2]).

Für die arithmetischen Reihen sind die Summen der Fehlerquadrate bei der 1. Luftfahrt 33·5849, bei der 2. 104·8740, der mittlere zu befürchtende Fehler bei der 1. Luftfahrt 1°18 F. = 0°52 R., bei der 2. = 1°99 F. = 0°86 R. — Für die geometrischen Reihen hingegen betragen die Summen der Fehlerquadrate bei der 1. Reihe 619·8697, bei der 2. 770·5288; und die mittleren Fehler bei der 1. Reise 5°06 F. = 2°25 R., bei der

[1]) Kämtz: Lehrbuch der Meteorologie, II, S. 133. Auch E. Schmidt (M. und physic. Geog. II, §. 164), Munke (Gehler III, S. 1018), d'Aubuisson u. A. nehmen die arithmetische Progression als die richtigere an.

[2]) Die Daten sind den Petermann'schen geogr. Mittheilungen entnommen; die hier benützten Höhen und Temperaturen wurden aus den weit zahlreicheren Beobachtungen nach möglichst gleichen verticalen Abständen von circa 2000′ ausgewählt.

2. 4°40 F. = 1°96 R. — Hieraus ist denn mit Evidenz zu entnehmen, dass die Ansicht: die Wärme nehme mit wachsender Höhe in arithmetischer Reihe ab, auch für grössere Höhen die richtigere sei.

1. Luftreise.							4. Luftreise.						
	Höhen in engl. F.	Beobachtete Temperatur	Arithmet. Reihe	Unterschiede	Geometr. Reihe	Unterschiede		Höhen in engl. F.	Beobachtete Temperatur	Arithmet. Reihe	Unterschiede	Geometr. Reihe	Unterschiede
1	120	71·2	72·25	+0·05	88·76	+17·56	1	120	49·7	47·30	—2·40	57·65	+ 7·95
2	2440	62·8	65·03	+2·23	71·72	+ 8·92	2	1970	42·3	45·50	+3·20	45·47	+ 3·17
3	4110	58·1	59·81	+1·71	61·52	+ 3·42	3	4010	36·8	40·75	+3·93	34·99	— 1·81
4	6800	54·1	51·43	—2·67	48·05	— 6·05	4	6140	35·6	35·78	+0·18	26·62	— 8·98
5	8340	50·5	48·42	—2·08	41·71	— 8·79	5	8030	32·7	31·41	—1·29	20·89	—11·81
6	10180	41·8	40·89	—0·91	40·44	— 1·36	6	9970	29·5	26·86	—2·64	16·28	—12·22
7	12180	35·7	34·66	—1·04	20·31	— 6·39	7	12500	20·3	20·96	+0·66	11·77	8·53
8	14100	27·5	28·67	+1·17	25·73	— 1·77	8	13860	15·9	17·80	+1·90	9·94	— 5·96
9	16200	20·4	22·13	+1·73	20·26	— 0·14	9	16580	11·9	11·46	—0·44	6·97	— 4·93
10	17860	18·6	16·95	—1·65	19·97	+ 1·37	10	18520	3·8	6·94	+3·14	5·43	+ 1·63
11	19510	9·5	11·81	+2·31	17·16	+ 7·66	11	20430	2·3	2·49	+4·79	4·25	+ 6·55
							12	22640	8·9	2·66	+5·24	3·20	+12·10

Wir sind demnach ermächtigt, die aus dem Ausdrucke $t_h = t - ah$ für die einzelnen Regionen der Ostalpen abgeleiteten Formeln als diejenigen zu betrachten, welche den Gang der Wärme mit wechselnder Höhe, innerhalb dieser Regionen darstellen. Die Verlässlichkeit dieser Formeln zeigt die oben gelieferte Übersicht: blos der für die lombardische Region gefundene Ausdruck führt zu einem Fehler, der möglicherweise einen halben Grad R. übersteigt.

Es wird uns nun obliegen, einen für das ganze Gebiet der Ostalpen giltigen Ausdruck für die Abhängigkeit der Wärme von der Höhe aufzustellen.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, dass dies dadurch wird geschehen können, dass wir die Bedingungsgleichungen der einzelnen Gruppen addiren, wodurch sich eben so viele Fundamentalgleichungen ergeben, die dann wie gewöhnlich nach der Methode der kleinsten Quadrate zu behandeln sind. Den auf solche Weise entstehenden sechs Fundamentalgleichungen werden wir noch drei andere anschliessen, welche aus Stationen gebildet wurden, die aus verschiedenen Gründen oben nicht berücksichtigt werden konnten.

Die Fundamentalgleichungen sind:

aus der 1. Gruppe . . . . $29·30 = 7x - 4711y$

„ „ 2. „ . . . . $39·03 = 6x - 2698y$

„ „ 3. „ Region *a)* . . . . $37·32 = 9x - 5133y$

„ *b)* . . . . $26·98 = 6x - 3173y$

„ „ 4. „ . . . . $44·91 = 10x - 5198y$

„ „ 5. „ . . . . $44·59 = 8x - 2273y$

Accessorische Gruppen . . . . $19·38 = 4x - 1922y$ [1])

$32·33 = 5x - 1122y$ [2])

$19·59 = 3x - 862y$ [3])

---

[1]) Aus den Stationen Innsbruck, Kals und Alkus in Tirol und S. Paul in Kärnthen (Seehöhe 1213', mittlere Jahrestemperatur 5°77) gebildet.

[2]) Aus den Stationen Wien, W. Neustadt, Gratz, Mürzzuschlag und Admont.

[3]) Aus den Stationen Laibach, Adelsberg und S. Magdalena gebildet.

Die hieraus gerechnete Formel für die gesammten Ostalpen ist:

$$t_h = 7^\circ\dot{4}3 - 0^\circ005239\,h.$$

Die Summe der Quadrate der Fehler ist = 102·2915 und der mittlere zu befürchtende Fehler der Formel = 0°69 R.

Ich übergehe nun zur Bestimmung jener Höhe, um welche man sich erheben muss, damit die Temperatur um 1° R. abnehme.

Wie ich oben vorübergehend erwähnt habe, sind die meisten der bisher gemachten Bestimmungen dieser Art aus einzelnen, bei gelegentlichen Ersteigungen hoher Berge oder bei Luftreisen angestellten Temperaturbeobachtungen abgeleitet worden. Aber weder das eine noch das andere Mittel kann geeignet sein, diese verwickelte Frage einer befriedigenden Lösung zuzuführen.

Die Besteigung hoher Berge kann und konnte selbstverständlich nur in der wärmeren Jahreszeit geschehen, und auch da wurden die einschlägigen Beobachtungen nur bei Tag angestellt. Da jedoch im Sommer und bei Tag die Schwankungen der Temperatur bekanntlich zwischen viel weiteren Grenzen liegen als im Winter und bei Nacht, so mussten sich sehr beträchtliche Temperaturunterschiede ergeben, woraus dann Höhenwerthe gefunden wurden, die natürlich mehr oder weniger weit unter der Wahrheit blieben. Aus diesen für einzelne Tage und Stunden des Sommers gewonnenen Zahlen, wurden dann jene für den ganzen Sommer, für die übrigen Jahreszeiten und endlich auch für das Jahr im Allgemeinen auf verschiedene Weise gerechnet, oder nach Wahrscheinlichkeitsgründen angenommen.

Kaum mehr Licht werden die aërostatischen Reisen auf das in Rede stehende physicalische Problem zu werfen geeignet sein. Die ausserordentliche Verschiedenheit der auf diesem Wege erzielten Resultate bestätiget diese Behauptung hinreichend. Solche Reisen dauern insgemein noch viel kürzer als Bergbesteigungen und werden auf jeden Fall nur bei Tag ausgeführt. Dann sind auch hier die für gewisse Höhen abgelesenen Temperaturen nicht viel mehr von jenen Störungen frei, welchen die Beobachtungen auf der Erdoberfläche unterliegen. Die in verschiedenen Luftschichten herrschenden entgegengesetzten Luftströmungen, die momentanen Zustände der Bewölkung und Feuchtigkeit, die Geschwindigkeit der aufsteigenden Bewegung u. a. Umstände mehr, bringen bei solchen Excursionen die Beobachtung der Wahrheit nicht näher. Man weiss wie Gay-Lussac zu der Bemerkung genöthigt wurde, dass seine Thermometer, bei der grossen Schnelligkeit mit der sich der Ballon in die Höhe bewegte, nicht die Wärme der Luftschichte in der er sich eben befand zeigten, sondern hinter derselben zurückblieben[1]). Und eben so fand es sich, sowohl bei dieser als auch bei den neuerlich in England unternommenen Luftfahrten, dass das Thermometer einige Male in grösseren Höhen um 1 — 2 Grade höher stand als es in geringeren Höhen gestanden war. Aber selbst im besten Falle wird eine Luftreise das Quantitative der Wärmeänderung nur für jene Zeit des Jahres lehren in der sie eben statt findet.

Verlässliche Resultate werden demnach nur für jene Höhen zu erreichen sein, in denen länger dauernde und systematische Temperaturbeobachtungen noch angestellt werden können, d. h. nur so weit Menschen wohnen. Dadurch allein lassen sich Temperaturmittel für grössere

---

[1]) Gilb. Ann. XXIV, 28 und XXXI, 32.

Zeiträume gewinnen, Mittel, in denen alle Störungen ausgeglichen und die demnach im Stande sind, wenigstens örtlich richtige Ergebnisse zu liefern.

Wenn man den Höhenunterschied zweier Orte durch ihren Temperaturunterschied dividirt, so erhält man die Höhe um welche man sich erheben muss, damit das Thermometer um 1° sinke. Im Nachfolgenden habe ich diese Rechnung für alle meteorologischen Stationen in den östlichen Alpen nach den Monats- und Jahresmitteln ausgeführt. Ich habe auch zu diesem Ende das Gebirge in Sectionen getheilt, und in jeder Section beinahe jede Station mit jeder anderen verglichen. Denn nur auf diese Weise konnte ich erwarten, dass sich die aus der Örtlichkeit entspringenden Störungen in der Rechnung ausgleichen würden; — wie gross jedoch der locale Einfluss ist, das zeigen die, selbst aus mehrjährigen Mitteln abgeleiteten, von einer Station zur anderen in hohem Grade schwankenden Höhenwerthe. Ich habe ferner in jenen Sectionen, wo dies nach der Zahl der vorhandenen Stationen anging, die Rechnung nach einzelnen Höhenzonen geführt, um, wo möglich, die Wärmeverhältnisse dieser Zonen unter einander vergleichen zu können.

Für viele Stationen liegen bereits sechsjährige, für andere aber nur fünf-, vier- oder selbst nur einjährige Temperaturmittel vor. Die ungleiche meteorologische Beschaffenheit der einzelnen Jahre machte es jedoch nothwendig, die Vergleichung zweier Stationen nur nach den genau gleichzeitigen Monats- und Jahresmitteln vorzunehmen. Die Anzahl dieser gleichzeitigen Mittel ist in den Tabellen angemerkt, und es ist dieselbe, bei Aufsuchung der wahrscheinlichsten mittleren Höhenzahl, als Werth des Einzelnresultates angesehen

I. Westlicher Südabhang

1. Höhenzone von 453

	Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Mailand-Luino	129	—1·12	— 115	3	—0·27	— 477	3	0·35	+ 369	3	1·64	+ 129	3	1·64	+ 79	3
2	Mailand-Sondrio	525	—0·13	—4038	1	0·49	+1072	1	—0·93	— 553	1	—0·89	— 590	1	0·25	+2100	1
3	Mailand-Bormio	3675	—	—	—	—	—	—	3·28	+1120	2	3·61	+1018	1	5·94	+ 619	1
4	Luino-Sondrio	390	1·53	+ 255	1	0·26	+1500	1	—0·37	—1054	1	—1·05	— 371	1	—0·63	— 619	1
5	Luino-Bormio	3546	—	—	—	—	—	—	2·93	+1210	2	3·45	+1028	1	5·31	+ 668	1
6	Sondrio-Bormio	3150	—	—	—	—	—	—	4·72	+ 667	1	4·50	+ 700	1	5·94	+ 530	1
	Σxv^2 und Σv^2			— 4818	11		— 1721	11		+ 11701	20		+ 2946	14		+ 4009	14
	$X=$			—438			—156			+585			+210			+286	

2. Höhenzone von 4000

	Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
7	Bormio-I. Cantonniera	1476	—	—	—	—	—	—	1·99	+ 742	2	2·51	+ 588	1	2·56	+ 577	1
8	Bormio-St. Maria	3485	—	—	—	—	—	—	6·85	+ 510	2	11·32	+ 303	1	7·90	+ 441	1
9	Bormio-Ferdinandsh.	4774	—	—	—	—	—	—	9·49	+ 503	1	—	—	—	—	—	—
10	I. Canton.-St. Maria	2009	3·90	+ 515	3	2·78	+ 723	3	5·00	+ 402	3	6·64	+ 303	2	4·25	+ 473	2
11	I. Canton.-Ferdinandsh.	3298	2·43	+1357	1	0·54	+6107	1	9·09	+ 363	1	—	—	—	—	—	—
12	S. Maria-Ferdinandsh.	1289	—0·21	—6138	1	0·98	+1815	2	2·18	+ 591	2	0·60	+2148	1	1·63	+ 791	1
	Σxv^2 und Σv^2			— 146	11		+ 17874	14		+ 10372	23		+ 4251	7		+ 3703	7
	$X=$			—13			+1277			+451			+607			+529	

und behandelt worden. Die Theorie der kleinsten Quadrate lehrt, dass in jenen Fällen, wo den einzelnen Beobachtungen ungleiche Werthe zukommen, das wahrscheinlichste Mittel dadurch gefunden wird, dass man die Summe der Producte aller einzelnen Beobachtungen in die Quadratzahlen ihrer Werthe durch die Summe dieser Quadratzahlen dividirt. In unserem Falle kann mit Grund angenommen werden, dass die aus den Beobachtungen von sechs Jahren hervorgegangenen Temperaturmittel einen sechsfach höheren Werth als jene besitzen, die aus den Beobachtungen eines einzigen Jahres stammen.

Ein Blick in das oben mitgetheilte Temperaturen-Tableau zeigt, dass in sehr vielen Fällen, namentlich aber in den Wintermonaten, manche der höher gelegenen Stationen auf einer höheren Temperatur stehen, als tiefere Stationen. Die in den nachfolgenden Tabellen angemerkten Temperaturdifferenzen sind selbstverständlich jedesmal dadurch gefunden worden, dass von den Temperaturgraden der tieferen Stationen jene der höheren subtrahirt wurden. Eine negative Differenz zeigt demnach an, dass es in der höheren Station wärmer ist, als in der tieferen. Die Höhenzahl für die Abnahme der Temperatur um 1° mit wachsender Höhe, musste daher ebenfalls negativ bezeichnet werden. Eine solche Zahl mit negativem Zeichen (—) drückt sonach aus, dass man in die Tiefe steigen müsse, damit die Wärme um 1° R. abnehme. — Die Temperaturdifferenzen sind in den nachfolgenden Tabellen mit $t—t_1$, die Erhebungen für 1° R. Wärmeabnahme mit x, die Werthe der einzelnen Beobachtungen mit v und das gefundene wahrscheinlichste Mittel mit X bezeichnet.

der rhätischen Alpen.

bis 4000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1·18	+ 109	3	2·05	+ 63	1	1·16	+ 111	1	1·16	+ 111	2
0·25	+2100	1	0·10	+5250	1	0·70	+ 705	1	0·59	+ 890	1
3·57	+1029	1	4·66	+ 788	1	5·44	+ 676	1	4·22	+ 871	1
—0·28	—1393	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3·03	+1170	1	—	—	—	—	—	—	3·56	+ 996	1
4·62	+ 682	1	4·56	+ 691	1	4·74	+ 665	1	3·63	+ 868	1
+ 4569		14	+ 6792		4	+ 2157		4	+ 4069		8
+326			+1698			+539			+509		

October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1·60	+ 81	1	0·38	+ 339	3	—0·74	— 174	3	0·46	+280	2
—0·15	—3500	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3·01	+1221	1	3·92	+ 937	1	3·48	+1056	1	4·37	+841	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	2·96	+1198	1	3·90	+ 909	1	4·61	+769	1
3·16	+ 997	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 1201		4	+ 5186		11	+ 398		11	+ 2730		6
—300			+471			+36			+455		

bis 8000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
5·84	+ 253	1	4·79	+ 308	1	3·76	+ 393	1	4·65	+ 317	1
8·94	+ 390	1	7·45	+ 468	1	6·87	+ 507	1	5·89	+ 592	1
—	—	—	9·45	+ 505	1	8·00	+ 597	1	6·31	+ 757	1
2·72	+ 739	2	4·22	+ 476	2	4·50	+ 445	2	2·87	+ 700	2
—	—	—	4·66	+ 708	1	4·24	+ 778	1	1·66	+1987	1
3·83	+ 337	1	2·67	+ 483	2	2·58	+ 502	2	3·50	+ 368	2
+ 3936		7	+ 5825		12	+ 6063		12	+ 7925		12
+562			+485			+505			+660		

October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
3·14	+ 470	1	3·65	+ 404	1	4·81	+ 307	1	—	—	—
7·67	+ 454	1	6·61	+ 528	1	8·53	+ 409	1	—	—	—
9·70	+ 492	1	7·46	+ 640	1	9·38	+ 509	1	—	—	—
4·53	+ 443	1	3·84	+ 523	2	3·50	+ 574	2	5·21	+386	2
6·56	+ 503	1	3·81	+ 866	1	4·57	+ 722	1	—	—	—
2·76	+ 467	2	1·38	+ 934	2	1·39	+ 927	2	2·12	+608	2
+ 4230		9	+ 8266		12	+ 7951		12	+ 3976		8
+470			+689			+663			+497		

3. Vergleichung tieferer

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
13	Mailand-I. Cantonniera	5151	6·05	+ 851	3	6·56	+ 785	3	6·60	+ 780	3	8·91	+ 578	2	9·48	+ 543	2
14	Mailand-St. Maria	7160	9·36	+ 765	4	8·84	+ 810	4	11·17	+ 641	5	13·64	+ 525	4	13·39	+ 535	4
15	Mailand-Ferdinandshöhe	8449	10·44	+ 809	1	8·29	+1019	2	11·94	+ 708	2	14·27	+ 592	1	17·63	+ 479	1
16	Luino-I. Cantonniera	5022	7·01	+ 716	2	7·08	+ 709	2	5·12	+ 981	2	5·96	+ 843	1	7·89	+ 637	1
17	Luino-St. Maria	7031	10·02	+ 702	3	9·07	+ 775	3	9·76	+ 720	3	10·20	+ 689	2	13·71	+ 513	2
18	Luino-Ferdinandshöhe	8320	10·56	+ 788	1	8·81	+ 944	2	11·12	+ 757	2	12·44	+ 669	1	15·84	+ 525	1
19	Sondrio-I. Cantonniera	4626	4·36	+1062	1	6·80	+ 680	1	8·34	+ 554	1	7·01	+ 660	1	8·50	+ 544	1
20	Sondrio-St. Maria	6635	8·53	+ 778	1	11·36	+ 584	1	11·78	+ 563	1	16·02	+ 414	1	13·84	+ 479	1
21	Sondrio-Ferdinandshöhe	7924	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Σxv^2 und Σv^2		+ 32518		42	+ 36915		48	+ 40426		57	+ 16646		57	+ 15448		29
	$X=$		+774			+769			+709			+574			+533		

4. To-

		Januar		Februar		März		April		Mai	
6	Zone von 453—4000′ abs. H.	— 4818	11	— 1721	11	+11701	20	+ 2946	14	+ 4009	14
6	„ „ 4000—8000′ „ „	— 146	11	+17874	14	+10372	23	+ 4251	7	+ 3703	7
9	Vergleichung niederer Stationen mit höheren .	+32518	42	+36915	48	+40426	57	+16646	29	+15448	29
21	Σxv^2 und Σv^2	+ 27554	64	+ 53068	73	+ 62499	100	+ 23843	50	+ 23160	50
	$X=$	+430		+727		+625		+477		+463	

Durch entsprechende Gruppirung der für die einzelnen Monate gewonnenen Zahlen, erhält man leicht die für die Jahreszeiten entfallenden Höhenwerthe. Als Wintermonate wurden der December, Januar und Februar gerechnet.

1. Höhenzone von 453 bis 4000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+18656	48	+13518	22	+8054	23	+6141	33
$X=$	+388		+614		+350		+187	

2. Höhenzone von 4000 bis 8000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+18326	37	+15824	31	+20421	33	+25679	37
$X=$	+495		+510		+616		+694	

Nachfolgende Gleichungen stellen den Gang der Wärmeabnahme mit wachsender Höhe, und zwar *a)* in den zwölf Monaten und *b)* in den vier Jahreszeiten, innerhalb dieser Section der Alpen dar:

a)
$$y = 567·2 + 26·9 \sin(30°x + 100°31') + 65·0 \sin(60°x + 12°16') +$$
$$+ 58·7 \sin(90°x + 335°40') + 50·5 \sin(120°x + 265°28').$$

Stationen mit höheren.

Juni			Juli			August			September		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
9·92	+ 519	2	8·57	+ 601	2	8·31	+ 620	2	7·49	+ 688	2
12·35	+ 580	4	12·29	+ 583	4	11·77	+ 608	4	9·87	+ 725	4
16·47	+ 513	1	14·16	+ 597	2	14·58	+ 579	2	12·89	+ 655	2
8·88	+ 566	1	—	—	—	—	—	—	8·21	+ 610	1
11·40	+ 617	2	9·71	+ 724	1	8·56	+ 821	1	8·21	+ 856	2
14·64	+ 568	1	13·05	+ 638	1	12·56	+ 662	1	11·72	+ 710	2
9·16	+ 505	1	9·35	+ 495	1	8·50	+ 544	1	8·28	+ 559	1
12·26	+ 541	1	12·41	+ 535	1	11·61	+ 571	1	9·52	+ 697	1
—	—	—	14·01	+ 566	1	12·74	+ 622	1	9·94	+ 797	1
+ 16517		29	+ 17078		29	+ 17744		29	+ 26099		36
569			+589			+612			+725		

October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
6·80	+ 758	2	7·31	+ 705	2	6·92	+ 744	2	6·48	+801	2
10·81	+ 662	3	12·25	+ 584	4	10·28	+ 696	4	15·23	+470	4
13·30	+ 635	2	13·52	+ 625	2	11·87	+ 712	2	13·51	+625	2
—	—	—	7·14	+ 703	2	8·24	+ 609	2	6·31	+796	1
8·80	+ 800	1	11·66	+ 603	2	10·67	+ 659	3	10·93	+643	2
12·28	+ 678	1	12·64	+ 658	2	11·85	+ 702	2	13·05	+638	2
6·30	+ 734	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10·80	+ 614	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12·86	+ 616	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+ 14972		22	+ 22520		36	+ 28135		41	+ 19144		33
+681			+626			+687			+580		

tale.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
+ 4569	14	+ 6792	4	+ 2157	4	+ 4069	8	— 1201	4	+ 5186	11	+ 398	11	+ 2730	6
+ 3936	7	+ 5825	12	+ 6063	12	+ 7925	12	+ 4230	9	+ 8266	12	+ 7951	12	+ 3976	8
+16517	29	+17078	29	+17744	29	+26099	36	+14972	22	+22520	36	+28135	41	+19144	33
+25022	50	+29695	45	+25964	45	+38093	56	+18001	35	+35942	59	+36484	64	+25850	47
+500		+660		+555		+680		+515		+609		+570		+550	

3. Vergleichung tieferer Stationen mit höheren.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+72520	115	+51339	87	+63591	94	+97568	131
$X=$	+631		+590		+677		+745	

4. Totale.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+109502	200	+80681	140	+92036	150	+117106	211
$X=$	+548		+576		+614		+583	

b) $y = 580\cdot3 + 33\cdot2 \sin(90°x + 263°57') + 1\cdot5 \sin(180°x + 90°)$.

Die Discontinuität der Beobachtungsreihen macht, namentlich bei der Formel *a)*, die Aufstellung so vieler Glieder nothwendig. Der mittlere Fehler dieser Formel ist = 24 F., jener der Formel *b)* = 3 F.

II. Östlicher Südabhang

1. Höhenzone von 552

	Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Trient-Botzen	180	0·68	+ 365	2	0·66	+ 273	3	0·86	+ 209	3	0·55	+ 327	3	0·73	+ 247	3
2	Trient-Meran	432	0·96	+ 450	2	2·73	+ 158	3	0·52	+ 831	3	0·88	+ 490	3	1·40	+ 309	2
3	Botzen-Meran	252	0·19	+1327	3	1·87	+ 134	3	0·34	+ 742	3	0·33	+ 764	3	1·02	+ 247	2
4	Botzen-Platt	2748	0·91	+3020	1	2·32	+1184	1	4·72	+ 582	1	4·03	+ 682	1	5·72	+ 480	1
5	Meran-Platt	2496	0·88	+2838	1	2·69	+ 924	1	4·65	+ 537	1	5·14	+ 486	1	—	—	—
	Σxv^2 und Σv^2			+ 21061	19		+ 6993	29		+ 17157	29		+ 15397	29		+ 4937	18
	$X=$			+1108			+241			+592			+531			+269	

2. Höhenzone von 4000

	Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
6	Platt-Sulden	2186	—	—	—	—	—	—	3·94	+ 555	1	4·95	+ 442	1	3·22	+ 679	1
7	Platt-Ferdinandshöhe	5422	—	—	—	8·21	+ 661	1	7·74	+ 701	1	—	—	—	—	—	—
8	Plan-Sulden	654	—	—	—	0·99	+ 661	1	1·45	+ 451	1	1·08	+ 606	1	1·16	+ 581	1
9	Plan-Ferdinandshöhe	3890	4·88	+ 797	1	2·68	+1451	1	5·76	+ 675	1	6·50	+ 599	1	9·98	+ 390	1
10	Sulden-Ferdinandshöhe	3236	—	—	—	1·69	+1915	1	4·06	+ 797	2	5·42	+ 597	1	8·82	+ 367	1
	Σxv^2 und Σv^2			+ 797	1		+ 4688	4		+ 5570	8		+ 2244	4		+ 2017	4
	$X=$			+797			+1172			+696			+561			+504	

3. Vergleichung tieferer

	Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
11	Botzen-Sulden	4934	—	—	—	6·08	+ 812	1	8·46	+ 583	2	8·98	+ 549	2	8·94	+ 552	2
12	Botzen-Ferdinandshöhe	8170	10·34	+ 790	1	9·15	+ 893	2	12·52	+ 653	2	14·73	+ 555	1	18·89	+ 433	1
13	Meran-Plan	4028	4·08	+ 987	4	4·61	+ 874	4	7·10	+ 567	4	7·50	+ 537	4	7·06	+ 571	4
14	Meran-Sulden	4682	—	—	—	5·45	+ 859	1	8·36	+ 560	2	8·81	+ 531	2	8·92	+ 525	1
15	Meran-Ferdinandshöhe	7918	9·80	+ 508	1	6·33	+1251	2	12·42	+ 638	2	14·16	+ 559	1	17·74	+ 446	1
16	Botzen-Plan	4280	4·70	+ 911	2	5·17	+ 828	2	6·93	+ 618	2	8·23	+ 520	2	8·44	+ 507	2
	Σxv^2 und Σv^2			+ 20734	22		+ 27543	30		+ 21280	33		+ 16106	30		+ 14796	27
	$X=$			+942			+918			+645			+537			+548	

4. To-

		Januar		Februar		März		April		Mai	
5	Zone von 552 — 4000 F. abs. H.	+21061	19	+ 6993	29	+17157	29	+15397	29	+ 4937	18
5	„ „ 4000 — 8000 „ „ „	+ 797	1	+ 4688	4	+ 5570	8	+ 2244	4	+ 2017	4
6	Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	+20724	22	+27543	30	+21280	33	+16106	30	+14796	27
16	Σxv^2 und Σv^2	+ 42592	42	+ 39224	63	+ 44007	73	+ 33737	63	+ 21740	49
	$X=$	+1014		+622		+603		+536		+444	

Den Jahreszeiten entsprechen in dieser Gebirgssection für die verschiedenen Höhen-

1. Höhenzone von 552 bis 4000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv	+37491	76	+22022	36	+14030	34	+12772	67
$X=$	+493		+612		+413		+191	

der rhätischen Alpen.

bis 4000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0.21	+857	3	1·56	+115	2	1·25	+145	1	0·72	+ 250	2	1·43	+ 126	1	0·76	+ 237	2	1·00	+ 180	2	0·94	+192	2
1·34	+322	2	1·59	+272	2	0·54	+800	1	1·41	+ 306	2	1·38	+ 313	1	0·96	+ 450	2	1·21	+ 357	2	1·22	+354	2
1·21	+225	2	0·19	+1321*	2	0·28	+900*	2	0·69	+ 366	2	—0·40	— 630	2	0·20	+1261	2	0·17	+1484	3	0·28	+901	2
4·27	+644	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·47	+ 792	1	1·68	+1636	1	—0·11	—24982	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·52	+ 709	1	1·67	+1494	1	—0·43	—5804	1	—	—	—
+ 10545		18	+ 6832		12	+ 4645		6	+ 3688		12	— 580		8	+ 19922		14	+ 15282		19	+ 5788		12
+586			+569			+774			+307			—73			+780			—804			+482		

bis 8000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
5·43	+403	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9·91	+ 547	1	12·88	+ 442	1	10·57	+ 515	1	—	—	—
3·16	+207	1	—	—	—	—	—	—	0·51	+1302	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10·30	+378	1	6·70	+581	2	6·09	+639	2	6·40	+ 608	2	6·84	+ 569	1	5·99	+ 650	1	6·81	+ 571	1	—	—	—
7·14	+453	1	—	—	—	—	—	—	7·56	+ 429	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+ 1441		4	+ 2324		4	+ 2556		4	+ 4163		6	+ 1116		2	+ 1092		2	+ 1086		2	+ 28994		45
+360			+581			+639			+694			+558			+546			+543			+644		

Stationen mit höheren.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
9·70	+508	2	—	—	—	—	—	—	8·10	+ 609	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17·11	+447	1	14·32	+571	2	13·58	+602	2	12·94	+ 631	2	12·38	+ 660	2	12·90	+ 634	2	11·22	+ 728	2	14·30	+571	1
6·60	+610	4	6·87	+586	5	6·75	+597	5	5·09	+ 781	5	5·18	+ 770	4	5·77	+ 668	4	5·08	+ 793	4	5·64	+714	4
8·98	+521	1	—	—	—	—	—	—	7·19	+ 651	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16·12	+491	1	14·29	+554	2	13·61	+582	2	12·25	+ 646	2	12·76	+ 620	2	12·70	+ 623	2	11·37	+ 696	2	13·94	+569	1
7·65	+559	2	7·61	+562	2	7·49	+571	2	6·54	+ 654	2	4·52	+ 947	1	5·25	+ 815	1	5·33	+ 803	2	6·26	+684	1
+ 15487		27	+ 21398		37	+ 21945		37	+ 28509		39	+ 18479		25	+ 16531		25	+ 21596		28	+ 13248		19
+574			+578			+593			+731			+739			+661			+772			+697		

tale.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
+10545	18	+ 6832	12	+ 4645	6	+ 3688	12	— 580	8	+19922	14	—15282	19	+ 5788	12
+ 1441	4	+ 2324	4	+ 2556	4	+ 4163	6	+ 1116	2	+ 1092	2	+ 1086	2	+28994	45
+15487	27	+21398	37	+21945	37	+28509	39	+18479	25	+16531	25	+21596	28	+13248	19
+27473	49	+30545	53	+29146	47	+36360	57	+19051	35	+28545	41	+ 7400	49	+48030	76
+561		+576		+620		+638		+544		+696		+151		+632	

zonen nachfolgende Werthe:

2. Höhenzone von 4000 bis 8000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+9831	16	+6221	12	+6371	10	+6571	7
$X=$	+614		+518		+637		+939	

3. Aus der Vergleichung niedrigerer Stationen mit höheren.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+51182	90	+58830	101	+63519	89	+69873	80
$X=$	+570		+582		+713		+873	

Formeln für diese Alpensection:

a) Für die 12 Monate:

$$y = 600' + 76\cdot 7 \sin(30°x + 166°57') + 23\cdot 5 \sin(60°x + 28°30') +$$
$$+ 79\cdot 4 \sin(90°x + 27°38') + 104\cdot 2 \sin(120°x + 53°31')$$

b) Für die Jahreszeiten:

$$y = 568' + 78\cdot 8 \sin(90°x + 249°57').$$

III. Westlicher Südabhang

1. Höhenzone von 1356

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Klagenfurt-Sachsenburg . .	348	—0·71	— 490	2	—1·71	— 204	2	—1·24	— 281	2	0·37	+ 941	2	1·22	+ 285	2
2	Klagenfurt-Ober Vellach . .	659	—0·62	—1063	6	—0·99	— 665	6	—0·86	— 766	6	0·40	+1648	6	1·83	+ 360	6
3	Klagenfurt-Lienz	667	—1·38	— 484	5	—1·48	— 451	5	—1·14	— 585	5	—0·17	—3982	6	0·71	+ 940	6
4	Klagenfurt-Althofen	928	—2·12	— 438	6	—1·62	— 572	6	—0·85	—1092	6	0·83	+1118	6	1·74	+ 533	6
5	Sachsenburg-Ober Vellach .	311	—0·69	— 451	2	—0·35	— 888	2	—1·17	— 266	2	—0·22	—1414	2	0·68	+ 457	2
6	Sachsenburg-Lienz	319	—0·55	— 580	2	—0·44	— 727	2	—0·54	— 591	2	—0·77	— 401	2	—0·97	— 329	2
	Σxv^2 und Σv^2			—72220	109		—63583	109		—76065	109		—2990	109		+67632	120
	$X=$			—626			—583			—698			—27			+563	120
	2. Höhenzone von 2000																
7	Ober Vellach-Mallnitz . . .	1021	—0·67	—1524	4	0·70	+1459	4	1·73	+ 590	3	2·00	+ 511	4	2·77	+ 369	4
8	Althofen-Mallnitz	752	0·79	— 952	4	0·96	+ 783	4	1·51	+ 500	3	1·66	+ 429	4	2·40	+ 313	4
9	Althofen-Steinpichel . . .	1022	—0·26	—3931*	2	0·60	+1703*	2	1·04	+ 982	3	1·00	+1022	3	1·03	+ 992*	2
	Σxv^2 und Σv^2			—24874	36		+42684	36		+18648	27		+25238	41		+14860	36
	$X=$			—691			+1186			+691			+616			+413	
	3. Höhenzone von 3000																
10	Steinpichel-St. Peter	462	1·26	+ 376	3	1·19	+ 388	3	1·10	+ 420	3	1·37	+ 337	3	1·72	+ 269	3
11	Pregratten-Kals	546	—	—	—	0·72	+ 758	2	1·06	+ 515	2	0·92	+ 593	2	0·22	+2482	1
12	Pregratten-Heiligenblut . .	566	—0·10	—5660	1	0·59	+ 959	1	0·33	+1715	1	0·44	+1286	1	0·24	+2358	1
13	Pregratten-Inn. Villgratten .	852	1·85	+ 461	3	2·16	+ 394	3	2·05	+ 415	3	1·35	+ 631	2	1·00	+ 852	2
14	Pregratten-Kalkstein . . .	1104	1·04	+1061	3	1·49	+ 741	3	1·63	+ 677	3	1·46	+ 756	2	1·81	+ 610	2
15	Innichen-Kals	354	—	—	—	—1·10	— 322	2	0·25	+1416	2	0·89	+ 398	2	1·18	+ 300	2
16	Innichen-Heiligenblut . . .	374	—0·69	— 542	1	—1·11	— 337	1	0·03	+12466	1	0·94	+ 398	1	1·07	+ 350	1
17	Innichen-Inn. Villgratten .	660	—0·31	—2129*	2	0·39	+1693*	2	1·11	+ 595	3	1·92	+ 344	2	1·83	+ 361	2
18	Innichen-Kalkstein	992	—0·79	—1256	3	—0·76	—1305	3	0·69	+1437	3	2·03	+ 489	2	2·64	+ 376	2
	Σxv^2 und Σv^2			—9027	42		+13100	50		+41335	55		+17361	35		+25653	35
	$X=$			—215			+262			+751			+496			+716	

4. Totale.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+99484	185	+78289	149	+83956	133	+89216	154
$X =$	+537		+526		+631		+579	

Der mittlere Fehler der ersteren Formel ist bedeutend und beträgt 80′; jener der letzteren ist 14′.

Anmerkung. Bei der Aufsuchung des Temperaturunterschiedes für die mit einem Sternchen (*) bezeichneten Monate, ergaben sich aus den gemeinschaftlich vorhandenen Monatsmitteln so kleine Unterschiede, und demnach so grosse Höhenzahlen, dass diese bei der Mittelziehung für diese Zahlen, einen überwältigenden Einfluss ausgeübt und daher auch ein unrichtiges Resultat geliefert hätten. Ich habe in diesen Fällen bei beiden Stationen dasjenige Monatsmittel desselben Jahres weggelassen, welches mir, im Vergleiche mit anderen naheliegenden und nahezu gleich hohen Stationen, unrichtig schien. Der wahre Temperaturunterschied beider Stationen wurde sodann aus den übriggebliebenen Monatsmitteln bestimmt. Relativ sehr kleine Temperaturdifferenzen (0°01 — 0°03) wurden = 0 gesetzt.

der norischen Alpen.

bis 2000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0·12	+2900	2	1·43	+ 243	2	0·88	+ 395	2	0·82	+ 424	2	1·27	+ 274	2	−0·22	−1582	2	−0·74	− 470	2	0·10	+3480	2
1·22	+ 540	6	1·23	+ 536	5	0·70	+ 941	5	0·56	+1176	5	0·77	+ 856	5	0·24	+2746	5	−0·71	− 928	5	0·36	+1831	5
0·58	+1160	6	0·55	+1213	5	0·75	+ 889*	4	0·25	+2608*	3	−0·38	−1755	5	−0·20	−3335*	3	−0·77	− 866	5	−0·16	−4170	5
1·47	+ 631	6	1·71	+ 543	5	1·17	+ 793	5	0·51	+1820	5	0·0	000*	4	−0·42	−2210*	3	−1·61	− 576	5	0·13	+7138	5
0·06	+5183	2	−0·83	− 375	2	0·14	+2221*	2	−0·11	−2827	2	−1·72	− 181	2	−0·07	−4443	2	−0·64	− 486	2	−0·11	−2827	2
−0·46	− 693	2	−1·11	− 287	2	−0·55	− 580	2	−0·64	− 500	2	−1·27	− 251	2	−0·23	−1367	2	−0·24	−1329	2	−0·49	− 651	2
	+112316	120		+55624	87		+64908	78		+87300	71		−23107	78		−10823	55		−66990	87		+113023	87
	+936			+640			+832			+1230			−296			−197			−770			+1299	
bis 3000 F. abs. H.																							
2·38	+ 436	3	2·89	+ 353	3	2·66	+ 387	3	1·54	+ 663	2	1·21	+ 844	3	1·29	+ 791	3	−0·80	−1267	3	1·49	+ 685	3
2·74	+ 274	3	2·76	+ 272	3	2·47	+ 305	3	1·81	+ 415	2	2·24	+ 335	3	1·46	+ 515	3	0·94	+ 800	3	1·81	+ 415	3
0·67	+1525	3	0·26	+3650*	2	0·0	000	3	1·07	+ 955	3	0·75	+1363	4	0·52	+1965*	3	−0·40	−2130	4	0·28	+3507	2
	+20115	27		+20025	22		+6228	18		+12907	17		+32419	34		+29739	27		−38360	34		+23928	22
	+750			+910			+346			+759			+954			+1101			−1128			+1087	
bis 4000 F. abs. H.																							
1·76	+ 262	3	1·76	+ 262	3	2·18	+ 212	3	1·21	+ 382	3	1·13	+ 409	4	0·42	+1100	4	0·96	+ 481	4	1·45	+ 319	2
−0·24	−2275	1	0·35	+1560	1	—	—	—	—	—	—	0·38	+1437	2	0·62	+ 881	1	0·66	+ 827	1	0·48	+1138	1
0·11	+5145	1	0·43	+1316	1	0·90	+ 630	1	0·37	+1530	1	1·12	+ 505	2	0·0	000	2	—	—	—	0·55	+1030	1
1·50	+ 568	2	0·88	+ 965	2	1·11	+ 768	2	0·86	+ 991	2	1·23	+ 693	3	1·00	+ 852	3	1·80	+ 472	2	1·32	+ 645	2
1·42	+ 777	2	1·59	+ 694	2	1·59	+ 694	2	1·74	+ 634	2	1·78	+ 620	3	0·87	+1264	3	0·65	+1692	2	1·02	+1082	2
1·18	+ 300	2	1·82	+ 195	1	—	—	—	—	—	—	0·26	+1361	2	−0·32	+1106	1	−1·85	−1913	1	0·34	+1041	1
1·56	+ 240	1	1·90	+ 196	1	1·42	+ 263	1	1·04	+ 360	2	0·59	+ 634	2	0·35	+1069	1	2·00	+ 187	1	0·49	+ 765	1
2·90	+ 228	2	2·14	+ 308	2	1·41	+ 468	2	1·44	+ 458	2	0·98	+ 673	3	0·72	+ 916	3	−1·01	− 653	1	1·02	+ 647	2
2·82	+ 352	2	2·85	+ 348	2	1·89	+ 525	2	2·32	+ 428	2	1·53	+ 642	3	0·50	+1984	3	−1·87	− 530	3	1·14	+ 870	2
	+17780	32		+14885	29		+12621	30		+16452	30		+42944	68		+63588	56		+4816	45		+18226	24
	+556			+514			+421			+548			+631			+1136			+107			+759	

4. Höhenzone von 1356

	Verglichene Stationen	Höhen-unterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
6	Zone von 1356—2000 F. a. H. . .			—72220	109		—63583	109		—76065	109		— 2990	109		+67632	120
3	Zone von 2000—3000 F. a. H. . .			—24874	36		+42684	36		+18648	27		+25238	41		+14860	36
9	Zone von 3000—4000 F. a. H. . .			— 9027	42		+13100	50		+41335	55		+17361	35		+25653	35
	Σxv^2 und Σv^2			—106121	187		—7799	195		—16082	191		+39609	185		+108145	191
	$X=$			—567			—40			—84			+214			+566	

5. Höhenzone von 4000

	Verglichene Stationen	Höhen-unterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
19	Kals-Inn. Villgratten . . .	306	—	—	—	1·49	+ 205	2	1·19	+ 258	2	0·93	+ 330	1	1·35	+ 227	1
20	Kals-Kalkstein	558	—	—	—	0·76	+ 734	2	0·76	+ 734	2	1·23	+ 455	1	1·83	+ 302	1
21	Kals-Alkus	678	—	—	—	0·0	000	1	0·39	+1738	1	0·30	+2260	1	0·56	+1211	1
22	Kals-Raggaberg	1344	—	—	—	1·51	+ 890	2	1·47	+ 914	2	2·32	+ 580	2	1·64	+ 820	2
23	Heiligenblut-Inn. Villgratten	286	1·39	+ 206	1	1·62	+ 176	1	1·97	+ 140	1	0·93	+ 308	1	0·94	+ 304	1
24	Heiligenblut-Kalkstein . .	538	0·97	+ 555	1	1·03	+ 503	1	1·43	+ 376	1	1·41	+ 382	1	1·75	+ 307	1
25	Heiligenblut-Alkus	658	—0·71	— 927	2	—0·47	—1400	2	—0·41	—1605	2	0·0	+ 000	2	0·43	+1530	2
26	Heiligenblut-Raggaberg . .	1324	0·65	+2037	1	1·53	+ 865	1	1·91	+ 693	1	2·42	+ 547	1	1·13	+1172	1
27	Inner Villgratten-Kalkstein .	252	—0·81	— 305	3	—0·67	— 376	3	—0·42	— 600	3	0·44	+ 573	2	0·87	+ 290	2
28	Inner Villgratten-Alkus . .	372	—2·71	— 137	2	—1·56	— 238	2	—0·48	— 775	2	—0·63	— 590	1	—0·79	— 471	1
29	Inner Villgratten-Raggaberg	1038	—1·54	— 674	3	0·0	000*	2	0·58	+ 1790	3	1·70	+ 611	2	1·07	+ 970	2
30	Kalkstein-Alkus	120	—1·95	— 62	2	—1·00	— 120	2	—0·16	— 750	2	—1·11	— 108	1	—1·60	— 75	1
31	Kalkstein-Raggaberg . . .	786	—0·75	—1048	3	0·52	+1511	3	1·00	+ 786	3	1·59	+ 494	3	0·28	+2807*	2
32	Alkus-Raggaberg	666	0·71	+ 938	2	1·27	+ 524	2	1·13	+ 590	2	2·12	+ 314	1	0·98	+ 680	1
33	Kals-Heiligenblut	374	—	—	—	0·32	+ 63	1	—0·18	— 111	1	0·0	000	1	0·41	+ 49	1
15	Σxv^2 und Σv^2			—16197	46		+4038	55		+18074	53		+15400	34		+29374	30
	$X=$			—852			+71			+341			+453			+979	

6. Vergleichung tieferer

	Verglichene Stationen	Höhen-unterschied in P. F.	Januar			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
34	Klagenfurt-Althofen	928	—2·12	— 438	6	—1·62	— 572	6	—0·85	—1092	6	0·83	+1118	6	1·74	+ 533	6
35	Klagenfurt-Mallnitz	1680	—0·89	—1888	4	0·26	+6462	4	1·19	+1412	3	2·55	+ 659	4	4·52	+ 372	4
36	Klagenfurt-Steinpichl . . .	1950	- 3·19	- 611	3	—1·46	—1336	3	0·0	000	3	1·85	+1054	3	2·21	+ 883	3
37	Klagenfurt-St. Peter	2412	—1·19	—2027	6	—0·70	-3446*	5	1·00	+2412	6	2·97	+ 812	6	3·77	+ 640	6
38	Klagenfurt-Heiligenblut . .	2606	—1·35	—1950	2	—0·44	—5923*	2	2·35	+1104	2	3·63	+ 718	2	4·27	+ 610	2
39	Klagenfurt-Raggaberg . . .	3930	—0·81	—4852	5	1·08	+ 3639	5	2·64	+1489	5	5·21	+ 754	5	6·14	+ 640	5
40	Sachsenburg-Althofen . . .	580	—2·28	— 254	2	—1·35	— 429	2	— 0·59	— 983	2	0·20	+2900	2	—0·23	—2522	2
41	Sachsenburg-Steinpichel . .	1602	—3·18	— 504	1	—0·47	—3408	1	0·26	+6161	1	2 28	+ 702	1	1·38	+1161	1
42	Sachsenburg-Pregratten .	1692	—1·80	— 940	2	—1·09	—1552	2	0·32	+5288	2	2·72	+ 800	2	2·56	+ 661	2
43	Sachsenburg-St. Peter . . .	2064	—1·45	—1423	2	0·62	+3329*	1	0·93	+2219	2	2·25	+ 913	2	2·53	+ 816	2
44	Sachsenburg-Kals	2238	—	—	—	0·72	+3108	1	2·09	+1071	1	2·99	+ 748	1	4·05	+ 552	1
45	Sachsenburg-Heiligenblut .	2258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	Sachsenburg-Raggaberg . .	3542	—1·62	- 2186	2	0·87	+4071	2	3·14	+1129	2	5·33	+ 665	2	4·98	+ 711	2
47	Ober Vellach-Pregratten . .	1381	—0·60	—2302	3	—0·33	—4185	3	1·40	+ 987	3	2·61	+ 529	3	2·08	+ 664	3
48	Ober Vellach-St. Peter . . .	1783	—0·57	—3128	6	0·92	+1938	6	1·86	+ 958	6	2·57	+ 594	6	1·94	+ 919	6
49	Ober Vellach-Kals	1927	—	—	—	0·70	+2753	2	2·61	+ 746	2	2·71	+ 711	2	2·28	+ 845	2
50	Ober Vellach-Heiligenblut .	1947	0·39	+5000	2	0·48	+4056	2	2·15	+ 906	2	2·77	+ 703	2	2·52	+ 772	2
51	Ober Vellach-Raggaberg . .	3271	—0·44	—7437	5	2·27	+1441	5	3·93	+ 832	5	4·94	+ 662	5	4·27	+ 766	5
52	Lienz-Pregratten	1373	—0·52	—2660	3	—0·15	—9153	3	1·24	+1104	3	3·13	+ 439	3	3·41	+ 403	3
53	Lienz-Innichen	1565	1·31	+1191	3	2·10	+ 745	3	2·18	+ 718	3	2·56	+ 611	3	2·58	+ 607	3
54	Lienz-St. Peter	1745	—0·22	—7932	5	1·02	+1711	5	1·95	+ 895	5	2·88	+ 606	5	3·06	+ 570	6
55	Lienz-Kals	1919	—	—	—	0·96	+2000	2	2·60	+ 735	2	3·16	+ 607	2	3·62	+ 530	2
56	Lienz-Heiligenblut	1939	0·70	+2756	2	0·93	+2085	2	2·93	+ 662	2	3·27	+ 593	2	3·46	+ 560	2
57	Lienz-Inner Villgratten . .	2225	1·33	+1669	3	2·01	+1107	3	3·29	+ 676	3	4·18	+ 532	2	4·64	+ 479	2
58	Lienz-Kalkstein	2477	0·52	+4763	3	1·34	+1848	3	2·87	+ 872	3	4·59	+ 540	2	5·22	+ 475	2
59	Lienz-Alkus	2597	0·0	000	3	0·46	+5640*	2	2·52	+1030	3	3·31	+ 785	2	3·89	+ 667	2
60	Lienz-Raggaberg	3263	0·45	—7251	4	2·43	+1343	4	4·11	+ 794	4	5·82	+ 561	4	5·38	+ 607	5
61	Althofen-St. Peter	1484	0·93	+1600	6	1·55	+ 957	6	1·85	+ 802	6	2·14	+ 693	6	2·03	+ 731	6
62	Mallnitz-Raggaberg	2220	1·02	+2176	3	2·13	+1042	3	1·94	+1144	3	2·91	+ 763	3	1·67	+1323	3
63	Steinpichel-Raggaberg . . .	1980	—0·23	—8607	2	2·64	+ 750	2	2·67	+ 742	2	3·54	+ 560	2	3·89	+ 509	2
64	Pregratten-Alkus	1224	—0·13	—9415	2	0·57	+2194	2	1·40	+ 874	2	0·74	+1654	1	0·39	+3138	1
65	Pregratten-Raggaberg . . .	1890	0·31	+6097	3	2·01	+ 940	3	2·63	+ 718	3	3·05	+ 620	5	2·07	+ 913	3
66	Innichen-Alkus	1032	—1·61	— 641	2	—1·83	— 564	2	0·65	+1588	2	1·24	+ 832	1	1·22	+ 846	2
33	Σxv^2 und Σv^2			—813659	373		+274582	360		+349205	375		+274026	361		+247711	381
	$X=$			—2181			+763			+931			+759			+650	

bis 4000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
	+112316	120		+55624	87		+64908	78		+87300	71		−23107	78		−10823	55		−66990	87		+1135	87
	+20115	27		+20025	22		+6228	18		+12907	17		+32419	34		+29739	27		−38360	34		+23928	22
	+17780	32		+14885	29		+12621	30		+16452	30		+42944	68		+63588	56		+4816	45		+18226	24
	+150211	179		+90534	138		+83757	126		+116659	118		+52256	180		+82504	138		−100534	166		+155177	133
	+839			+656			+665			+989			+290			+598			−606			+1167	
bis 6000 F. abs. H.																							
1·40	+219	1	0·44	+695	1	—	—	—	—	—	—	1·01	+303	2	0·62	+494	1	1·02	+300	1	1·01	+303	1
1·50	+372	1	1·34	+416	1	—	—	—	—	—	—	1·55	+360	2	0·49	+1134	1	0·0	000	1	1·15	+485	1
0·38	+1784	1	0·21	+3229	1	—	—	—	—	—	—	0·70	+970	1	0·10	+6780	1	−1·07	−633	1	0·76	+892	1
2·00	+672	2	2·06	+652	1	—	—	—	—	—	—	1·96	+686	1	0·43	+3126	1	−1·67	−805	1	1·21	+1111	1
1·05	+272	1	0·36	+794	1	0·51	+561	1	0·93	+308	1	0·32	+894	2	1·15	+249	1	−2·08	−137	1	0·86	+333	1
1·65	+326	1	1·26	+427	1	1·95	+272	1	1·33	+405	1	0·69	+779	1	0·72	+747	1	−2·38	−226	1	1·00	+538	1
0·0	000	2	−0·27	−2385	2	−0·73	−901	2	−0·50	−1316	2	−0·46	−1430	2	−0·21	−3133	1	−4·31	−153	1	−0·74	−889	2
2·03	+652	1	1·98	+690	1	1·48	+895	1	1·65	+802	1	1·00	+1324	1	—	—	—	—	—	—	1·30	+1018	1
0·38	+662	2	0·71	+355	2	0·48	+525	2	0·88	+286	2	0·55	+458	3	−0·22	−1145	3	−0·86	−293	3	0·12	+2100	2
−1·02	−365	1	−0·23	−1617	1	−1·49	−248	1	−1·39	−268	1	−0 87	−427*	1	−1·47	−253	2	−2·16	−172	2	−0·25	−496	1
0·40	+2595	2	1·05	+988	2	1·00	+1038	2	1·17	+887	2	1·22	+851	2	−0·02	−5190	2	−2·61	−398	2	0·69	+1505	2
−1·62	−74	1	−1·13	−106	1	−1·96	−61	1	−1·79	−67	1	−1·09	−110	2	−1·19	−201	2	−0·15	−800	2	−0·39	−308	1
0·48	+1638	2	0·34	+2312	2	0·52	+1511	2	0·29	+2710	2	0·48	+1638	2	0·24	+3275*	1	−1·46	−538	2	0·57	+1379	2
2·00	+333	1	1·85	+360	1	2·10	+315	2	2·20	+303	2	1·44	+463	2	0·45	+1480	2	2·58	+258	2	0·45	+1490	2
0·35	+57	1	0·08	+250	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·15	+133	1
	+34034	35		+10820	27		+11371	25		+12660	25		+19330	41		−14689	33		−11491	36		+13453	30
	+972			+401			+455			+506			+471			−445			−319			+448	
Stationen mit höheren.																							
1·47	+631	6	1·71	+543	5	1·17	+793	5	0·51	+1820	5	0·0	000*	4	−0·42	−2210*	3	−1·61	−576	5	0·25	+3712	4
4·38	+384	3	4·54	+370	3	3·30	+509	3	1·43	+1175	2	2·21	+762	3	1·88	+894	3	0·0	000	3	2·08	+808	3
1·93	+1010	3	1·93	+1010	3	1·41	+1383	3	1·93	+1010	3	0·62	+3145	4	0·60	+3250	4	−2·66	−733	4	0·39	+5000	2
3·76	+641	6	3·71	+650	5	3·48	+693	5	2·48	+973	5	1·68	+1436	5	0·90	+2680	5	−1·02	−2364	5	1·84	+1311	5
4·51	+578	2	4·38	+595	2	3·67	+710	2	3·10	+819	2	2·25	+1158	2	3·01	+866	1	2·36	+1104	1	2·44	+1068	2
5·87	+670	5	5·85	+672	5	5·47	+718	4	4·64	+847	4	3·68	+1068	4	1·81	+2171	4	1·42	+2767*	3	3·62	+1086	4
0·69	+841	2	0·19	+3053	2	0·81	+716	2	0·0	000	2	−1·46	−400	2	−0·22	−2636	2	−1·86	−312	2	−0·40	−1450	2
1·49	+1075	1	0·47	+3409	2	0·78	+2054	2	1·21	+1324	2	−0·66	−2427	2	0·19	+8432	2	−2·82	−568	2	−0·79	−2028	2
3·59	+471	2	2·52	+671	2	2·98	+568	2	2·30	+736	2	0·71	+2383	2	0·82	+2063	2	−1·45	−1167	2	1·52	+1113	2
3·18	+649	2	2·02	+1021	2	2·92	+707	2	2·41	+856	2	0·82	+2577	2	0·45	+4587	2	−1·70	−1214	2	1·37	+1507	2
3·57	+627	1	2·06	+1086	1	—	—	—	—	—	—	2·86	+783	1	0·79	+2833	1	−0·76	−2945	1	1·05	+2131	1
—	—	—	2·14	+1055	1	3·00	+753	1	0·54	+4181	1	−1·12	−2016	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5·37	+660	2	4·45	+796	2	5·09	+696	2	4·33	+818	2	2·81	+1261	2	1·74	+2036	2	−2·26	−1567	2	3·21	+1103	2
3·51	+393	3	3·35	+412	2	3·07	+450	2	2·41	+573	2	0·93	+1455	3	1·16	+1190	3	−0·86	−1606	2	1·46	+946	2
2·54	+702	6	2·48	+719	5	2·78	+641	5	1·92	+928	5	0·91	+1940	5	0·66	+2700	5	−0·31	−5816	5	1·48	+1205	5
3·66	+527	2	3·52	+547	1	—	—	—	—	—	—	1·40	+1376	2	1·71	+1126	1	0·37	+5208	1	2·05	+940	1
2·88	+676	2	3·31	+588	2	3·04	+640	2	2·40	+811	2	1·33	+1464	2	1·62	+1202	1	3·07	+634	1	2·11	+923	2
4·89	+669	5	4·79	+683	4	4·72	+693	4	4·10	+800	4	3·07	+1065	4	1·99	+1644	4	0·90	+3633	4	3·33	+982	4
4·05	+339	3	3·63	+378	2	3·53	+390	2	2 94	+467	2	2·18	+630	3	1·38	+999	3	−1·21	−1135	2	1·72	+798	2
2·65	+591	3	2·37	+660	2	3·23	+484	2	2·51	+623	3	2·43	+644	3	1·65	+947	3	2·10	+745	3	2·39	+683	2
3·22	+542	6	3·12	+560	5	3·34	+523	5	2·70	+759	5	2·06	+847	5	1·03	+1694	5	−0·25	−4363	5	2·00	+873	5
3·84	+500	2	3·62	+530	1	—	—	—	—	—	—	3·01	+637	2	1·54	+1246	1	−0·14	−13714	1	2·38	+806	1
3·81	+509	2	4·11	+472	2	3·67	+528	2	3·34	+582	2	3·03	+640	2	1·99	+974	1	4·17	+465	1	2·73	+710	2
5·24	+425	2	4·51	+493	2	4·64	+480	2	3·80	+585	2	3·41	+652	3	2·15	+1035	3	0·96	+2319	3	3·31	+672	2
5·69	+435	2	5·22	+475	2	5·12	+484	2	4·68	+529	2	3·96	+625	3	1·93	+1283	3	0·23	+10770	3	3·01	+823	2
3·88	+670	2	3·93	+661	2	2·87	+904	3	2·67	+973	3	2·49	+1043	3	2·48	+1047	3	−0·39	−6664	3	2·04	+1273	4
5·42	+602	5	5·26	+620	4	5·18	+630	4	4·68	+697	4	3·79	+861	4	3·02	+1337	4	0·70	+4661	4	3·74	+872	5
2·29	+648	6	2·00	+742	5	2·31	+642	5	1·97	+753	5	1·78	+834	5	0·82	+1810	5	0·59	+2515	5	1·71	+868	1
1·44	+1542	2	1·10	+2018	2	1·63	+1362	2	2·23	+950	2	1·22	+1820	2	0·89	+2494	2	3·31	+671	2	1·89	+1174	1
4·52	+458	2	3·98	+497	2	4·31	+459	2	3·12	+635	2	3·21	+617	3	1·31	+1511	3	2·51	+789	3	3·05	+649	1
0·14	+8736	1	0·56	+2196	1	−0·08	−15300	1	−0·09	−13600	1	0 73	+1657	2	−0·31	−3948	2	−0·41	−2999	1	0·75	+1632	1
1·66	+1138	3	1·93	+984	2	2·11	+900	2	2·03	+931	2	2·10	+900	2	0·92	2054	2	−0·81	−2333	2	1·65	+1145	2
1·59	+649	1	2·03	+508	1	0·44	+2345	1	0·54	+1911	2	0·14	+7371	2	−0·05	−20604	2	−2·52	−410	2	1·10	+938	1
	+243975	358		+220424	265		+170020	267		+236672	270		+362596	310		+417414	278		−99619	265		+281523	228
	+681			+832			+637			+876			+1171			+1501			−376			+1235	

7. To-

	Zonen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
		$=x$	$=v$	$=x$	$=v$	$=x$	$=v$	$=x$	$=v$	$=x$	$=v$
9	Zone von 1356—3000 F. a. H.	— 97094	145	— 20899	145	— 57417	136	+ 22248	150	+ 82492	156
9	„ „ 3000—4000 F. „ „	— 9027	42	+ 13100	50	+ 41335	55	+ 17361	35	+ 25653	35
15	„ „ 4000—6000 F. „ „	— 16197	46	+ 4038	55	+ 18074	53	+ 15400	34	+ 29374	30
33	Vergleichung tief. Stationen m. höheren	—813659	373	+274582	360	+349205	375	+274026	361	+247711	381
66	Σxv^2 und Σv^2	—935977	606	+270821	610	+351197	619	+329035	580	+385230	592
	$X=$	—1545		+444		+569		+567		+651	

1. Höhenzone von 1356—2000 F. a. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	—11423	338	+232848	285	+53370	204	—202793	300
$X=$	—34		+817		+262		—668	
2. Höhenzone von 2000—3000 F. a. H.								
Σxv^2 und Σv^2	+58746	104	+46368	67	+75065	85	—20450	106
$X=$	+565		+692		+883		—194	
3. Höhenzone von 3000—4000 F. a. H.								
Σxv^2 und Σv^2	+84349	125	+45286	91	+122984	154	+8889	137
$X=$	+675		+498		+799		+65	

Die diese Beobachtungsreihen repräsentirenden Ausdrücke sind, und zwar

a) für die 12 Monate (im Totalen):

$$y = 450' + 578{\cdot}5 \sin [30°x + 263°42'] + 519{\cdot}6 \sin [60°x + 351°35'] + \\ + 456{\cdot}5 \sin [90°x + 331°11'] + 319{\cdot}1 \sin [120°x + 331°45'].$$

IV. Östlicher Südabhang

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Gratz-Mürzzuschlag	934	1·34	+ 700	3	0·73	+1280	2	1·79	+522	3	2·13	+438	3	2·22	+421	3
2	Gratz-Semmering	1534	1·45	+1058	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Mürzzuschlag-Semmering . . .	600	0·36	+1666	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Σxv^2 und Σv^2			+9024	11		+1280	4		+4698	9		+3942	9		+3789	3
	$X=$			+820			+1280			+522			+438			+421	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+12429	27	+6901	8	+3287	6	+13561	17
$X=$	+460		+863		+548		+798	

tale.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$	$x=$	$v=$
+132431	147	+ 75649	109	+ 71136	96	+100207	88	+ 9312	112	+ 18916	88	—105350	121	+136951	109
+ 17780	32	+ 14885	29	+ 12621	30	+ 16425	30	+ 42944	68	+ 63588	56	+ 4816	45	+ 18226	24
+ 34034	35	+ 10820	27	+ 11371	25	+ 12660	25	+ 19330	41	— 14689	33	— 11490	36	+ 13453	30
+243975	358	+220424	265	+170020	267	+236672	270	+362896	310	+417414	278	— 99619	265	+281523	228
+428220	572	+321778	430	+265148	418	+365991	413	+434482	531	+485229	456	—211644	467	+450153	391
+749		+748		+634		+886		+818		+1064		—453		+1151	

4. Höhenzone von 1356—4000 F. a. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+131672	567	+324502	443	+251419	443	—214454	548
$X=$	+232		+733		+567		—391	

5. Höhenzone von 4000—6000 F. a. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+62848	117	+56225	86	+17301	99	—23650	137
$X=$	+537		+654		+174		—173	

6. Total.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+1065462	2801	+1015146	1419	+1285702	1400	—876800	1683
$X=$	+380		+715		+918		—521	

b) Für die vier Jahreszeiten (im Totalen):

$$y = 373' + 674{\cdot}2 \sin [90°x + 293°31'] + 385{\cdot}0 \sin [90°x + 90°].$$

Der mittlere zu befürchtende Fehler der Formel *a* ist $= 55$, jener der Formel *b* $= 30'$.

der norischen Alpen.

Juni			Juli			August			September		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1·04	+900	2	2·83	+330	1	0·47	+1949	1	2·12	+442	1
—	—	—	3·14	+489	1	2·88	+ 533	1	3·15	+487	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+3600		4	+819		2	+2482		2	+929		2
+900			+410			+1241			+465		

October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1·77	+530	1	1·77	+530	1	0·70	+1334	1	1·94	+481	1
2·20	+697	1	2·55	+601	1	0·80	—1917	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+1227		2	+1131		2	—583		2	+481		1
+614			+566			—292			+481		

Bei der relativen Unsicherheit der Resultate wurde hier die Aufstellung der Formeln unterlassen.

V. Nordabhang der

	Vergliehene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
	Innsbruck-Gurgl	4224	1·89	+2235	1	4·15	+1018	1	5·32	+794	1	6·83	+618	2	5·87	+720	1
1	Σxv^2 und Σv^2			+2235	1		+1018	1		+794	1		+2472	4		+720	1
	X			+2235			+1018			+794			+618			+720	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+3986	6	+4123	6	+2546	3	+3956	3
$X=$	+664		+687		+848		+1319	

VI. Westlicher Nordabhang

	Vergliehene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Linz (Stadt)-Kremsmünster . .	375	0·44	+ 875	3	0·55	+ 682	3	0·26	+ 1442	3	0·29	+1293	3	0·75	+ 500	3
2	Linz (Freienberg)-Kremsmünster	11	0·0	000	3	0·21	+ 52	3	0·65	+ 17	3	1·00	+ 11	3	0·85	+ 13	3
3	Linz (Freienberg)-Gresten . .	96	0·09	−1067	3	0·43	+ 223	3	0·28	+ 343	3	0·70	+ 137	3	0·53	+ 181	3
4	Linz (Stadt)-Salzburg	537	0·0	000	3	0·20	+2685	3	0·51	+ 1053	3	0·28	+1882	3	0·79	+ 680	3
5	Linz (Freienberg)-Salzburg . .	173	1·02	− 170	2	1·63	− 106	2	1·04	− 166	1	1·48	− 117	1	0·39	− 443	2
6	Linz (Freienberg)-Kirchdorf. .	212	0·12	+1767	3	0·08	+2667	3	0·0	000	3	0·87	+ 244	3	1·01	+ 210	3
7	Kremsmünster-Gresten. . . .	85	0·08	−1063	3	0·22	+ 386	3	0·37	− 230	3	0·30	− 283	3	0·32	− 266	3
8	Gresten-Markt-Aussee	749	1·12	+ 669	3	0·71	+1055	3	0·89	+ 842	3	1·49	+ 502	3	1·28	+ 585	3
9	Gresten-Admont	785	1·71	+ 459	3	1·07	+ 734	3	0·59	+ 1331	3	0·76	+1033	3	1·15	+ 683	3
10	Gresten-Alt-Aussee	1341	0·0	000	3	0·86	−1559	3	1·03	+ 1302	3	2·54	+ 528	3	1·61	+ 833	3
11	Salzburg-Markt-Aussee . . .	672	1·63	+ 412	5	0·93	+ 723	5	1·77	+ 380	3	2·26	+ 300	3	2·00	+ 336	4
12	Salzburg-Alt-Aussee.	1264	0·67	+1887	5	1·30	+ 972	5	1·11	+ 1139	4	2·32	+ 545	4	2·13	+ 593	5
13	Kirchdorf-Admont	669	0·55	+1216	4	0·39	+1715	4	0·71	+ 942	4	0·72	+ 929	4	0·79	+ 847	4
14	Markt-Aussee-Admont	36	1·05	+ 34	6	0·20	− 180	6	0·53	− 68	5	0·34	− 106	5	0·17	− 212	5
15	Markt-Aussee-Alt-Aussee . .	592	0·89	− 665	6	0·41	−1444	6	0·39	+ 1518	5	0·60	+ 987	5	0·59	+1003	5
16	St. Johann-Gastein	921	1·19	− 774	1	1·25	− 737	1	0·08	+11512	1	0·91	+1012	1	0·82	+1123	1
17	Salzburg-Gastein	1690	0·80	+2112	4	0·88	+1921	3	0·98	+ 1724	3	1·68	+1006	3	2·81	+ 601	4
17	Σxv^2 und Σv^2			+80001	256		+66683	249		+159707	199		+118323	199		+102202	225
	$X=$			+312			+228			+803			+595			+454	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+380232	623	+245077	643	+374464	455	+174930	687
$X=$	+610		+451		+823		+255	

rhätischen Alpen.

Juni			Juli			August			September			October			November			December		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
6·13	+689	2	5·50	+768	1	—	+590	1	—	+750	1	6·63	+637	1	3·65	+1159	1	6·16	+703	1
+2756		4	+768		1	+590		1	+750		1	+637		1	+1159		1	+703		1
+689			+768			+590			+750			+637			+1159			+703		

Da diese Reihen aus einer einzigen Vergleichung hervorgegangen sind und daher nur einen geringen Grad von Verlässlichkeit besitzen, so schien mir auch hier die Entwickelung der Formeln erlässlich.

Für die Monate August und September liegen, was die Station Gurgl betrifft, noch keine Temperaturmittel vor; die oben für diese beiden Monate angesetzten Zahlen habe ich aus meinen eigenen im Jahre 1856 an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen geschöpft.

der norischen Alpen.

Juni			Juli			August			September		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1·13	+332	3	0·50	+750	3	0·53	+ 708	3	0·70	+ 536	3
0·94	+ 12	3	0·85	+ 13	2	0·69	+ 16	2	0·86	+ 13	2
0·75	+128	3	0·50	+192	2	0·78	+ 123	2	0·45	+ 213	2
1·56	+344	3	0·95	+565	3	0·63	+ 852	3	0·68	+ 790	3
0·35	+494	2	1·35	+128	1	0·72	+ 240	1	0·96	— 180	1
1·48	+143	3	0·70	+303	2	1·42	+ 149	2	0·62	+ 342	2
0·19	—447	3	0·35	—243	2	0·09	+ 944	2	0·31	— 274	2
1·61	+465	3	2·08	+360	2	1·58	+ 474	2	0·62	+1208	2
1·35	+581	3	2·26	+623	2	0·97	+ 809	2	0·86	+ 913	2
3·17	+423	3	2·48	+541	2	1·93	+ 695	2	1·08	+1241	2
1·63	+412	4	1·71	+393	4	1·77	+ 380	4	1·58	+ 425	4
2·56	+494	5	2·42	+522	4	2·49	+ 508	4	1·74	+ 726	4
0·79	+847	4	1·21	+553	3	0·77	+ 869	3	0·86	+ 778	3
1·38	— 44	5	0·59	— 61	5	0·60	— 60	5	0·02	+1800	5
1·02	+580	5	0·67	+884	5	0·55	+1076	5	0·30	+1973	5
2·51	+367	1	—	—	—	1·12	+ 821	1	1·62	+ 568	1
2·63	+642	4	2·98	+567	3	2·42	+ 698	3	1·73	+ 977	3
+85513		225	+72511		161	+87052		157	+113905		157
+380			+450			+554			+726		

October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0·34	+ 1103	3	0·41	+ 915	2	1·75	+ 214	2	0·45	+ 833	3
0·82	+ 13	2	0·0	000	3	0·08	+ 138	3	0·69	+ 16	2
1·04	+ 92	2	0·0	000	2	0·24	— 400	3	0·44	+ 218	2
0·27	— 1981	3	0·21	+2557	2	0·46	+ 1167	2	0·31	+1732	3
0·88	— 197	1	2·55	— 68	1	0·94	— 184	1	—	—	—
0·85	+ 249	2	0·0	000	3	0·16	— 1325	3	1·36	+ 156	2
0·22	+ 386	2	0·11	— 772	2	0·32	— 271	3	0·25	— 340	2
0·37	+ 2024	2	0·78	+ 960	2	1·47	+ 510	3	1·38	+ 543	2
0·41	+ 1914	2	0·47	+1670	2	2·56	+ 307	3	0·98	+ 801	2
0·11	+12191	2	0·42	+3193	2	0·0	000	3	1·21	+1108	2
1·49	+ 451	4	1·55	+ 434	4	1·86	+ 361	4	1·12	+ 600	3
1·62	+ 780	4	1·67	+ 757	4	1·30	+ 972	4	1·98	+ 638	2
0·90	+ 743	3	0·45	+1487	3	2·58	+ 259	3	0·39	+1692	3
0·12	+ 300	5	0·03	+1200	4	0·90	+ 40	5	0·11	— 327	5
0·10	— 5920	5	0·29	+2014	5	0·88	— 673	5	0·34	+1741	5
0·59	+ 1714	1	0·95	+ 969	1	0·05	+18420	1	—	—	—
1·89	+ 894	3	1·26	+1341	3	2·39	+ 669	3	1·60	+1036	3
+119238		157	+141321		141	+28246		182	+115366		177
+759			+1002			+155			+652		

a) Formel für die 12 Monate:

$$y = 540 + 115{\cdot}4 \sin [30° x + 205°58'] + 241{\cdot}9 \sin [\ 60° x + 281°0'\ ] + $$
$$+ 127{\cdot}6 \sin [90° x + 274°43'] + \ 25{\cdot}8 \sin [120° x + 346°57'].$$

b) Formel für die 4 Jahreszeiten:

$$y = 550 + 144{\cdot}7 \sin [90° x + 312°37'] + 144{\cdot}7 \sin [270° x + 227°23'].$$

der Fehler der Formel *a)* ist 63, jener der Formel *b)* 63 F.

VII. Östlicher Nordabhang

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Wien-W. Neustadt	291	0·51	+ 570	1	0·21	+1385	1	0·26	—1118	1	0·23	—1264	1	0·43	— 690	1
2	Wien-Paierbach	854	0·36	+2372	1	0·41	+2084	1	0·24	—3558	1	0·26	+3285	1	0·82	+1041	1
3	Wien-Semmering	2078	3·28	+ 633	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	W. Neustadt-Paierbach . . .	563	0·15	—3753	1	0·82	+ 687	1	0·0	000	1	0·49	+1149	1	1·35	+ 417	1
5	W. Neustadt-Semmering . . .	1787	2·77	+ 645	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Σxv^2 und Σv^2			+467	5		+4156	3		+4676	3		+3170	3		+767	3
	$X=$			+93			+1385			+1559			+1057			+256	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	—1439	9	+18978	14	+5127	11	+11189	13
$X=$	—160		+1355		+466		+861	

VIII. Carnische

1. Höhenzone von 1700

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Sachsenburg-Tröpolach . . .	122	1·98	+ 62	2	1·74	+ 70	2	1·26	+ 97	2	0·66	+ 185	2	0·43	+ 284	2
2	Sachsenburg-Weissbriach . .	750	2·12	— 354	2	1·35	— 555	2	0·19	—3947	2	0·60	+1250	2	0·0	+ 000	2
3	Sachsenburg-Saifnitz	810	0·14	—5786	2	0·64	+1265	2	1·33	+ 609	2	1·54	+ 526	2	0·17	+4765	2
4	Sachsenburg-St. Jakob . . .	1200	1·86	— 645	2	0·82	—1463	2	0·27	+4444	2	1·40	+ 857	2	0·63	+1905	2
5	Lienz-Weissbriach	431	1·39	— 310	5	0·66	— 653	5	0·63	+ 684	5	1·06	+ 407	5	1·12	+ 385	5
6	Lienz-Saifnitz	491	0·40	+ 1228	5	0·89	+ 552	5	2·03	+ 242	5	1·80	+ 273	5	1·25	+ 393	6
7	Lienz-St. Jakob	881	1·07	— 823	5	0·24	—3671	5	1·08	+ 816	5	1·89	+ 466	5	1·65	+ 534	6
8	Tröpolach-Weissbriach . . .	628	3·31	— 190	5	2·14	— 293	5	1·19	— 528	5	0·38	—1635	5	0·52	+1308	5
9	Tröpolach-Saifnitz	688	1·52	— 453	5	0·59	—1166	5	1·20	+3440	6	0·75	+ 917	6	0·67	+1027	6
10	Tröpolach-St. Jakob.	1078	2·69	— 400	6	1·55	— 696	6	0·63	—1711	6	0·77	+1400	6	0,97	+1111	6
11	Weissbriach-Saifnitz	60	1·79	+ 34	5	1·55	+ 39	5	1·40	+ 43	5	0·70	+ 86	5	0·13	+ 461	5
12	Weissbriach-St. Jakob. . . .	450	0·32	+1406	5	0·42	+1072	5	0·45	+1000	5	0·83	+ 542	5	1·52	— 295	5
13	Saifnitz-St. Jakob	390	1·17	— 265	5	1·13	— 345	5	0·83	— 470	6	0·46	+ 848	5	0·30	+1300	6
13	Σxv^2 und Σv^2			—25617	252		—139313	252		+107604	274		+222509	263		+234431	285
	$X=$			—102			—555			+393			+838			+823	

2. Höhenzone von 4000

	Verglichene Stationen	Höhen-unter-schied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
14	St. Jakob-Sexten	1022	3·69	+ 277	2	3·30	+ 310	2	1·47	+ 700	2	1·32	+ 774	1	2·30	+ 444	1
15	St. Jakob-Unter-Tilliach . . .	1536	0·77	—1996	3	0·73	—2104	3	0·86	+1786	3	1·08	+1422	2	2·65	+ 580	2
16	St. Jakob-Luschariberg . . .	2394	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·07	+ 588	2
17	Sexten-Unter-Tilliach	514	4·85	— 106	2	4·16	— 124	2	0·82	- 627	2	0·50	+1028	1	0·35	+1469	1
18	Sexten-Luschariberg	1372	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	Unter-Tilliach-Luschariberg .	858	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·35	+ 636	—
20	Obir I.-Obir III.	2508	3·14	+ 799	6	4·32	+ 581	6	4·46	+ 562	6	3·09	+ 812	6	4·67	+ 537	6
7	Σxv^2 und Σv^2			+11484	53		+2724	53		+36598	53		+36722	42		+26549	47
	$X=$			+217			+51			+691			+875			+543	

der norischen Alpen.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0·20	+1454	2	0·20	+1454	1	0·55	+ 529	1	0·41	+709	1	0·26	+1118	1	0·26	+1118	1	0·70	+ 415	1	0·20	+1450	*a*
0·25	+3416	1	—	—	—	0·83	+1029	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3·04	+ 683	1	3·37	+ 616	1	3·46	+601	1	2·67	+ 778	1	1·50	+1385	1	1·00	+2078	1	—	—	—
0·26	+2165	1	—	—	—	0·28	+2011	1	—	—	—	—	—	—	0·60	— 938	1	1·29	— 436	1	—	—	—
—	—	—	2·86	+ 625	1	2·82	+ 634	1	3·08	+586	1	2·41	+ 741	1	1·24	+1441	1	0·30	+5957	1	—	—	—
	+11397	6		+2762	3		+4819	5		+1896	3		+2637	3		+494	5		+6566	5		+1450	1
	+1900			+921			+964			+632			+879			+99			+1313			+1450	

Anmerkung. Die bei Wien-W. Neustadt für das Jahr abgeleitete Höhenzahl von 1450′ wurde, da für W. Neustadt noch kein Jahresmittel der Temperatur vorliegt, aus den den Jahreszeiten entsprechenden Zahlen gerechnet.

Auch hier schien mir aus dem oben bei V. angegebenen Grunde die Berechnung der Formeln überflüssig.

Alpen.

bis 4000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0·21	+ 581	1	0·35	+ 349	2	0·75	+ 163	2	0·40	+ 300	2	0·66	+ 185	2	0·62	+ 197	2	1·36	+ 90	2	—	—	—
0·43	+1744	2	0 65	+1154	2	0·33	+2273	2	0·43	+1744	2	1·03	+ 782	2	0·42	—1786	2	2·59	— 290	2	0·23	—3261	1
0·51	+1588	2	0·15	+5400	2	0·65	+1246	2	0·76	+1066	2	0·93	— 806	2	0·65	+1246	2	0·83	— 976	2	0·57	+1421	1
1·17	+1026	1	0·69	+1739	2	1·10	+1091	2	0·93	+1290	2	0·41	—2927	2	0·52	+2308	2	2·16	+ 555	2	0·42	+2857	1
1·27	+ 339	4	1·60	+ 270	4	0·85	+ 531	4	1·00	+ 413	4	0·75	+ 575	4	0·35	—1231	4	1·45	— 297	4	0·34	+1268	4
0·84	+ 585	4	1·16	+ 423	5	1·27	+ 387	5	1·32	+ 372	5	0·81	+ 606	5	0·66	+ 744	5	0·31	+1584	5	1·17	+ 420	5
1·84	+ 479	5	1·67	+ 528	5	1·31	+ 672	5	1·11	+ 794	5	1·12	+ 787	5	0·51	+1727	5	0·99	— 890	5	0·80	+1101	4
0·41	+1532	4	0·31	+2026	4	0·32	—1962	4	0·14	—4468	4	0·18	—3488	4	0·81	— 775	4	3·43	— 183	4	0·72	— 872	4
0·12	+5733*	5	0·13	+5292	5	0·22	+3126	5	0·38	+1811	5	0·10	+6880	5	0·35	+1966	5	1·27	— 542	5	0·24	+2866	5
1·09	+ 989	5	0·63	+1711	5	0·26	+4146	5	0·17	+6341	5	0·41	+2629	5	0·20	+5390	5	2·57	— 419	5	0·34	—3171	4
0·44	— 136	5	0·29	— 207	4	0·60	+ 100	4	0·53	+ 113	4	0·25	+ 240	4	1·05	+ 57	4	1·17	+ 51	4	1·14	+ 53	4
0·68	+ 662	4	0·37	+1216	4	0·58	+ 776	4	0·36	+1250	4	0·59	+ 763	4	0·90	+ 500	4	0·36	+1250	4	0·55	+ 818	3
1·00	+ 390	5	0·51	+ 765	5	0·28	+1393*	4	0·21	—1857	5	0·31	+1258	5	0·15	—2600	5	1·30	— 300	5	0·40	— 975	4
	+211281	210		+273007	205		+213600	196		+161053	205		+256336	205		+165351	205		—7993	205		+48913	158
	+1006			+1331			+1090			+786			+1250			+807			—39			+310	

bis 6000 F. abs. H.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
—	—	—	1·54	+ 664	1	1·45	+ 705	1	1·42	+ 720	2	1·75	+ 584	2	1·32	+ 774	2	4·76	+ 215	2	2·38	+ 429	1
0·61	+2518	1	2·49	+ 617	2	2·25	+ 683	2	1·67	+ 920	2	0·91	+1688	3	0·0	000	3	1·12	—1371	3	0·92	+1670	1
1·77	+1352	3	3·98	+ 602	4	3·29	+ 728	4	3·54	+ 676	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·66	+ 779	1	0·50	+1028	1	0·83	+ 620	1	0·25	+2056	2	0·66	— 779	2	1·94	— 265	2	6·24	— 82	2	1·37	— 375	2
—	—	—	4·18	+ 328	1	1·25	+1098	1	1·72	+ 798	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·83	+1034	1	2·46	+ 349	2	0·73	+1175	2	1·47	+ 584	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5·09	+ 493	6	3·12	+ 804	5	3·37	+ 744	5	2·66	+ 943	5	3·03	+ 828	5	3·26	+ 779	5	2·42	+1037	4	3·65	+ 687	5
	+34247	48		+35616	52		+40103	52		+45947	54		+35112	42		+21261	42		+4785	33		+17774	31
	+713			+685			+771			+851			+836			+506			+145			+573	

3. Vergleichung tieferer

	Vergleichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
21	Klagenfurt - Obir I.	2464	2·47	— 997	6	1·24	— 1987	6	0·52	+2415*	5	2·65	+ 930	6	4·16	+592	6
22	Klagenfurt - Obir III. . . .	4932	0·67	+ 7361	6	2·58	+ 1911	6	4·90	+1007	6	5·74	+ 859	6	8·83	+559	6
23	Lienz - Sexten	1903	2·38	+ 100	2	2·92	+ 652	2	2·36	+ 806	2	3·76	+ 506	1	3·99	+477	1
24	Lienz - Unter-Tilliach . . .	2417	1·80	— 1343	3	0·73	— 3811	3	2·02	+1196	3	3·69	+ 655	2	4·26	+567	2
25	Lienz - Luschariberg . . .	3275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·59	+578	2
26	Sachsenberg - Luschariberg .	3594	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·91	+732	1
27	Tröpolach - Sexten	2100	0·15	—14000	2	0·74	+ 2338	2	0·57	+3684	2	1·43	+1468	1	3·45	+609	1
28	Tröpolach - Unter-Tilliach .	2614	3·76	— 695	3	2·39	— 1039	4	0·54	+4841*	2	2·56	+1021	2	3·70	+706	2
29	Tröpolach - Luschariberg. .	3472	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·04	+689	2
30	Weissbriach - Sexten . . .	1472	3·94	+ 374	2	3·83	+ 384	2	2·02	+ 729	2	2·23	+ 660	1	2·67	+551	1
31	Weissbriach - Unter-Tilliach	1986	0·98	— 2026	3	0·16	—12413	3	1·32	+1505	3	2·63	+ 755	2	3·04	+651	2
32	Weissbriach - Luschariberg .	2844	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·71	+604	2
33	Saifnitz - Sexten	1412	1·97	+ 717	2	1·84	+ 767	2	0·50	+2824	2	1·12	+1261	1	2·43	+581	1
34	Saifnitz - Unter-Tilliach . .	1926	2·05	— 940	3	1·63	— 1181	3	00	000	3	2·21	+ 871	2	3·01	+640	2
35	Saifnitz - Luschariberg . . .	2784	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	4·77	+583	2
15	Σxv^2 und Σv^2		+30755		113	—146054		124	+172444		108	+81507		92	+65418		109
	$X=$		+272			—1178			+1597			+886			+600		

4. To-

	Zonen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
		$\Sigma xv^2 =$	Σv^2	$\Sigma xv^2 =$	Σv^2	$\Sigma xv^2 =$	Σv^2	$\Sigma xv^2 =$	Σv^2	$\Sigma xv^2 =$	Σv^2
13	Zone von 1700—4000′ a. H.	—25617	252	—139313	252	+107604	274	+222509	263	+234431	285
7	Zone von 4000—6000′ a. H.	+11484	53	+ 2724	53	+ 36598	53	+ 36722	42	+ 26549	47
15	Vergleichung tieferer Stationen mit höheren . .	+30755	113	—146054	124	+172444	108	+ 81507	92	+ 65418	109
35	Σxv^2 und Σv^2	+16622	428	—282643	439	+316646	453	+340738	397	+326398	441
	$X=$	+39		— 644		+728		+855		+740	

1. Höhenzone von 1700—4000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+564544	822	+697888	611	+582740	625	—172923	709
$X=$	+687		+1142		+947		—244	

2. Höhenzone von 4000—6000 F. abs. H.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+99869	142	+109966	152	+102320	138	+18993	139
$X=$	+703		+723		+741		+136	

Nachfolgende Gleichungen stellen die in den beiden Totalen gewonnenen Beobachtungsreihen dar, und zwar

a) Formel für die Monate:

$$y = 653' + 494{\cdot}6 \sin(30^\circ x + 245^\circ 1') + 394{\cdot}4 \sin(60^\circ x + 250^\circ 14') +$$
$$+ 213{\cdot}2 \sin(90^\circ x + 256^\circ 30') + 159{\cdot}1 \sin(120^\circ x + 73^\circ 0').$$

Stationen mit höheren.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
3·29	+749	6	4·00	+616	5	3·06	+ 805	5	2·74	+ 900	5	1·14	+2165	5	1·15	+2143	5	1·44	—1711	5	1·47	+1676	5
8·38	+589	6	7·12	+693	5	6·83	+ 722	5	5·40	+ 913	5	4·17	+1183	5	4·41	+1118	5	0·88	+5605	4	5·12	+ 963	5
3·79	+502	1	3·58	+532	1	3·46	+ 550	1	2·98	+ 638	2	2·61	+ 729	2	2·08	+ 915	2	2·85	+ 668	2	3·28	+ 580	2
4·50	+537	2	4·28	+565	2	3·89	+ 621	2	3·23	+ 748	2	2·26	+1070	3	0·59	+4096	3	2·54	— 951	3	1·91	+1265	2
4·85	+675	3	5·95	+551	4	4·72	+ 694	4	4·12	+ 795	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	5 63	+638	2	4·07	+ 883	2	4·06	+ 885	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	2·53	+830	1	2·13	+ 986	1	1·95	+1077	2	2·01	+1045	2	1·22	+1721	2	1·25	+1680	2	2·42	+ 868	2
3·41	+766	1	2·82	+927	2	2·59	+1009	2	2·20	+1188	2	0·59	+4431	3	0·30	+8713*	2	4·32	— 605	3	0·96	+2723	2
3·91	+888	3	4·66	+645	4	3·55	+ 978	4	4·11	+ 845	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2·44	+603	1	2·33	+632	1	2·32	+ 634	1	1·91	+ 771	2	2·38	+ 618	2	2·16	+ 681	2	5·20	+ 283	2	2·98	+ 494	2
2·73	+727	2	2·53	+785	2	8·01	+ 660	2	2·16	+ 919	2	1·48	+1342	3	0·72	+2758	3	0·83	—2393	3	1·61	+1234	2
3·33	+854	3	4·36	+652	4	3·87	+ 735	4	3·94	+ 722	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 36	+598	1	2·52	+560	1	1·85	+ 763	1	1·58	+ 830	2	2 26	+ 625	2	1·19	+1187	2	3·34	+ 423	2	2·34	+ 603	2
3·18	+606	2	3·03	+636	2	2·69	+ 716	2	1·83	+1053	2	1·36	+1416	3	0·0	000	3	2·51	— 767	3	0·97	+1919	2
4·12	+676	3	4·64	+600	4	3·27	+ 851	4	3·59	+ 775	3	—	—	—	—	-	—	—	—	—	—	—	—
+85954		124	+88250		138	+108792		138	+105994		122	+170099		102	+196079		97	+21177		93	+104959		82
+693			+639			+788			+869			+1668			+2021			+120			+1280		

tale.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2	$\Sigma xv^2=$	Σv^2
+211281	210	+273007	205	+213600	196	+161053	205	+256336	205	+165351	205	— 7993	205	+ 48913	158
+ 34247	48	+ 35616	52	+ 40103	52	+ 45947	54	+ 35112	42	+ 21261	42	+ 4785	33	+ 17774	31
+ 85954	124	+ 88250	138	+108792	138	+105994	122	+170099	102	+196079	97	+21177	93	+104959	82
+331482	382	+396873	395	+362495	386	+312994	381	+461547	349	+382691	344	+17969	351	+171646	270
+868		+1005		+939		+822		+1322		+1112		+51		+636	

3. Aus der Vergleichung tieferer Stationen mit höheren.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+319369	309	+282996	400	+472172	321	—94122	330
$X=$	+1034		+707		+1471		—285	

4. Totale.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+983782	1273	+1090850	1163	+1157232	1074	—248052	1187
$X=$	+773		+938		+1077		—211	

b) Für die vier Jahreszeiten:

$$y = 700' + 594{\cdot}3 \sin (90°x + 284°49').$$

Der mittlere Fehler der Formel *a)* ist 23 — jener der Formel *b)* = 41 F.

IX. Julische

	Zonen	Höhenunterschied in P. F.	Jänner			Februar			März			April			Mai		
			$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
1	Laibach-Adelsberg	776	1·59	— 484	5	1·64	— 473	5	0·63	—1232	4	0·43	+1805	4	0·75	+1035	4
2	Laibach-St. Magdalena. . . .	1744	0·76	+2300	5	0·56	+3115	5	1·30	+1341	5	2·43	+ 718	5	2·33	+ 748	5
3	Adelsberg-St. Magdalena . . .	968	1·46	+ 663	4	0·53	+1826	5	1·79	+ 541	3	1·56	+ 620	3	1·22	+ 793	3
3	Σxv^2 und Σv^2		+56008		66	+95266		66	+18682		50	+52410		50	+42397		50
	$X=$		+849			+1443			+374			+1048			+848		

J a h r e s z e i t e n.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
Σxv^2 und Σv^2	+113489	150	+111983	108	+96005	95	+56008	165
$X=$	+756		+1037		+1011		+446	

Nord- und Südabhang

	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Westlicher Südabhang	+27554	64	+53068	73	+62499	100	+23843	50	+23160	50
Östlicher Südabhang	+42592	42	+39224	63	+44007	73	+33737	63	+21740	49
Nordabhang	+ 2235	1	+ 1018	1	+ 794	1	+ 618	2	+ 720	1
Σxv^2 und Σv^2	+72381	107	+93310	137	+107300	174	+58198	115	+45620	100
$X=$	+676		+681		+616		+506		+456	

J a h r e s z e i t e n.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv	+211118	389	+171959	295	+178538	286	+210278	358
$X=$	+543		+583		+624		+587	

Nord- und Südabhang

	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Westlicher Südabhang	—935977	606	+270821	610	+351197	619	+329035	580	+385230	592
Östlicher Südabhang	+ 9024	11	+ 5120	4	+ 4698	9	+ 3942	9	+ 3789	9
Westlicher Nordabhang	+ 80001	256	+ 66683	249	+159707	199	+118323	199	+102202	225
Östlicher Nordabhang	+ 467	5	+ 4156	3	— 4676	3	+ 3170	3	+ 767	3
Σxv^2 und Σv^2	—846485	878	+346780	866	+510926	830	+454470	791	+491988	829
$X=$	—964		+400		+616		+574		+593	

J a h r e s z e i t e n.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv^2	+1457384	2450	+1284660	1985	+1668480	1872	—677120	2400
$X=$	+595		+647		+891		—282	

Alpen.

Juni			Juli			August			September			October			November			December			Jahr		
$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$	$t-t_1$	$x=$	$v=$
0·75	+1035	4	0·42	+1848	3	0·56	+1386	3	0·58	+1338	3	0·08	—9700	3	0·63	+1232	3	1·43	— 543	3	0·0	000	3
2·21	+ 789	5	1·78	+ 980	4	1·52	+1147	4	1·74	+1002	4	1·70	+1026	5	2·29	+ 761	5	1·39	1255	5	1·69	+1032	4
1·36	+ 712	3	1·39	+ 696	2	1·15	+ 842	2	1·63	+ 594	2	1·69	+ 573	3	1·88	+ 515	3	0·99	— 977	3	1·30	+ 745	3
+42693		50	+35096		29	+34194		29	+30450		29	+30807		33	+34748		33	—45055		33	+23217		33
+854			+1210			+1179			+1050			+934			+1053			—1365			+704		

Die geringe Anzahl der dem Resultate zum Grunde liegenden Detailbeobachtungen macht hier die Aufstellung der periodischen Formeln unnöthig.

der rhätischen Alpen.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+25022	50	+29695	45	+25964	45	+38093	56	+18001	35	+35942	59	+36484	64	+25850	47
+27473	49	+30545	53	+19146	47	+36360	57	+19051	35	+28545	41	+ 7400	49	+48030	76
+ 2756	4	+ 768	1	+ 590	1	+ 750	1	+ 637	1	+ 1159	1	+ 703	1	—	—
+55251	103	+61008	99	+55700	93	+75203	114	+37689	71	+65646	101	+44587	114	+73880	123
+536		+616		+599		+659		+531		+650		+391		+601	

der norischen Alpen.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+428220	572	+321778	430	+265148	418	+365991	413	+434482	531	+485229	456	—211644	467	+450153	391
+ 3600	4	+ 819	2	+ 1241	2	+ 929	2	+ 1227	2	+ 1131	2	— 583	2	+ 481	1
+ 85313	225	+ 72521	161	+ 87052	157	+113905	157	+119238	157	+141321	141	+ 28246	182	+115366	177
+ 11397	6	+ 2762	3	+ 4819	5	+ 1896	3	+ 2637	3	+ 494	5	+ 6566	5	+ 1450	1
+528530	807	+397870	596	+358260	582	+482721	575	+557584	693	+628175	604	—177415	656	+567450	570
+655		+668		+616		+840		+805		+1040		—270		+996	

Für das gesammte Gebiet

1. Höhenzone von 0

Gebirgs-Regionen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen	— 4818	11	— 1721	11	+ 11701	20	+ 2946	14	+ 1909	14
Östlicher Südabhang der rhätischen Alpen .	+ 21061	19	+ 6993	29	+ 17157	29	+ 15397	29	+ 4937	18
Westlicher Südabhang der norischen Alpen	—106121	187	— 7799	195	— 16082	191	+ 39609	185	+108145	191
Östlicher Südabhang der norischen Alpen .	+ 9024	11	+ 5120	4	+ 4698	9	+ 3942	9	+ 3789	9
Nordabhang der rhätischen Alpen	+ 2235	1	+ 1018	1	+ 794	1	+ 2472	4	+ 720	1
Westlicher Nordabhang der norischen Alpen	+ 80001	256	+ 66683	249	+159707	199	+118323	199	+102202	225
Östlicher Nordabhang der norischen Alpen	+ 467	5	+ 4156	3	— 4676	3	+ 3170	3	+ 767	3
Carnische Alpen.	— 25617	252	—139313	252	+107604	274	+222509	263	+234431	285
Julische Alpen	+ 56008	66	+ 95266	66	+ 18682	50	+ 52410	50	+ 42397	50
Σxv^2 und Σv^2	+ 32240	808	+ 30403	810	+299585	776	+460778	756	+499297	796
$X=$	+40		+38		+386		+609		+627	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv^2	+1258960	2328	+1441459	1785	+1335876	1682	—70908	2242
$X=$	+541		+812		+793		—31	

2. Höhenzone von 4000

Gebirgs-Regionen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen	— 146	11	+17874	14	+10372	23	+ 4251	7	+ 3703	7
Östlicher Südabhang der rhätischen Alpen .	+ 797	1	+ 4688	4	+ 5570	8	+ 2244	4	+ 2017	4
Westlicher Südabhang der norischen Alpen	—16197	46	+ 4038	55	+18074	53	+15400	34	+29374	30
Carnische Alpen.	+14484	53	+ 2724	53	+36598	53	+36722	42	+26549	47
Σxv^2 und Σv^2	— 4062	101	+29324	126	+70614	137	+58617	87	+61643	88
$X=$	—40		+233		+515		+674		+700	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv^2	+190874	312	+188236	281	+146413	280	+27593	320
$X=$	+612		+670		+523		+86	

der östlichen Alpen.

bis 4000 F. abs. H.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+ 4569	14	+ 6792	4	+ 2157	4	+ 4069	8	— 1201	4	+ 5186	11	+ 398	11	+ 2730	6
+ 10545	18	+ 6832	12	+ 4645	6	+ 3688	12	— 580	8	+ 10922	14	— 15282	19	+ 5788	12
+150211	179	+ 90534	138	+ 83757	126	+116659	118	+ 52256	180	+ 82504	145	—100534	166	+155177	133
+ 3600	4	+ 819	2	+ 2482	2	+ 929	2	+ 1227	2	+ 1131	2	— 583	2	+ 481	1
+ 2756	4	+ 768	1	+ 590	1	+ 750	1	+ 637	1	+ 1159	1	+ 686	1	+ 1038	1
+ 85514	225	+ 72511	161	+ 87052	157	+113905	157	+119238	157	+141321	141	+ 28246	182	+115366	177
+ 11397	6	+ 2762	3	+ 4819	5	+ 1996	3	+ 2637	3	+ 494	5	+ 6566	5	— 2062	2
+211281	210	+273007	205	+213600	196	+161053	205	+256336	205	+165351	205	— 7993	205	+ 48913	158
+ 42693	50	+ 35096	29	+ 34194	29	+ 30450	33	+ 30807	33	+ 34748	33	— 45055	33	+ 23217	33
+522566	710	+489121	555	+433296	526	+433399	535	+461349	593	+442816	557	—133551	624	+350648	523
+710		+881		+824		+810		+776		+795		—214		+670	

Die Formeln, welche diese Beobachtungsreihen darstellen, sind:

a) Für die zwölf Monate:

$$y = 530 + 421{\cdot}0 \sin(30°x + 255°54') + 183{\cdot}4 \sin(60° + x + 276°19') + 109{\cdot}9 \sin(90°x + 297°31') + 100{\cdot}6 \sin(120° + x + 31°48')$$

b) Für die vier Jahreszeiten:

$$y = 540° + 440{\cdot}4 \sin(90°x + 343°23').$$

Der Fehler der Formel *a)* ist 39, jener der Formel *b)* 70'.

bis 8000 F. abs. H.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+ 3936	7	+ 5825	12	+ 6063	12	+ 7925	12	+ 4230	9	+ 8266	12	+ 7951	12	+ 3976	8
+ 1441	4	+ 2384	4	+ 2556	4	+ 4163	6	+ 1116	2	+ 1092	2	+ 1086	2	+ —	—
+34034	35	+10820	27	+11371	25	+12660	25	+19330	41	—14689	33	—11491	36	+13453	30
+34247	48	+35616	52	+40103	52	+45947	54	+35112	42	+21261	42	+ 4785	33	+17774	31
+73657	94	+54585	95	+60093	93	+70695	97	+59788	94	+15930	89	+ 2331	83	+35203	69
+784		+587		+646		+727		+636		+180		+24		+510	

a) Formel für die 12 Monate:

$$y = 473' + 348{\cdot}0 \sin(30°x + 346°56') + 169{\cdot}8 \sin(60°x + 338°29') + 54{\cdot}4 \sin(90°x + 18°46').$$

b) Formel für die 4 Jahreszeiten:

$$y = 480' + 295{\cdot}4 \sin(90°x + 8°46').$$

Der mittlere Fehler der Formel *a)* ist 15, der Formel *b)* = 31 F.

3. Vergleichung tieferer

Gebirgs-Regionen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen	+ 32518	42	+ 36915	48	+ 40426	57	+ 16646	29	+ 15488	29
Östlicher Südabhang der rhätischen Alpen	+ 20734	22	+ 27543	30	+ 21280	33	+ 16106	30	+ 14796	27
Westlicher Südabhang der norischen Alpen	—813659	373	+274582	360	+349205	375	+274026	361	+247711	381
Carnische Alpen	+ 30755	113	—146054	124	+172444	108	+ 81507	92	+ 65418	109
Σxv^2 und Σv^2	—729652	550	+192986	562	+583355	573	+388285	512	+343413	546
$X=$	—1326		+343		+1018		+758		+629	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv^2	+1314013	1631	+1027584	1478	+1616264	1362	—565377	1539
$X=$	+805		+695		+1187		—367	

4. HAUPT-

Zonen	Jänner		Februar		März		April		Mai	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Zone von 0—4000 F. a. H.	+ 32240	808	+ 30403	810	+299585	776	+460778	756	+499297	796
„ „ 4000—8000 F. a. H.	— 4062	101	+ 29324	126	+ 70614	137	+ 58617	87	+ 61643	88
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	—729652	550	+192986	562	+583355	573	+388285	512	+343413	546
Σxv^2 und Σv^2	—701474	1459	+252713	1498	+953554	1486	+907680	1355	+904353	1430
$X=$	—481		+168		+642		+670		+632	

Jahreszeiten.

	Frühjahr		Sommer		Herbst		Winter	
	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
Σxv^2 und Σv^2	+2763847	4271	+2656689	3544	+3097803	3324	—608692	4101
$X=$	+647		+749		+932		—148	

Diese endgiltigen Beobachtungsreihen lassen sich durch nachfolgende Formeln darstellen, und zwar:

a) Für die Monate:

$$y = 545' + 416{\cdot}0 \sin [30°x + 225°37'] + 352{\cdot}8 \sin [60°x + 273°48'] + 262{\cdot}7 \sin [90°x + 290°41'] + 95{\cdot}9 \sin [120°x + 321°16'].$$

b) Für die Jahreszeiten:

$$y = 545' + 471{\cdot}0 \sin [90°x + 342°22'] + 244{\cdot}5 \sin [180°x + 90°].$$

Der mittlere Fehler der Formel *a)* ist 18, der Formel *b)* = 0 F.

Stationen mit höheren.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+ 16517	29	+ 17078	29	+ 17744	29	+ 26099	36	+ 14972	22	+ 22520	36	+28135	41	+ 19144	33
+ 15487	27	+ 21398	37	+ 21945	37	+ 28509	39	+ 18479	25	+ 16531	25	+21596	28	+ 13248	19
+243975	358	+220424	265	+170020	267	+236672	270	+362896	310	+417414	278	− 99619	265	+281523	228
+ 85954	124	+ 88250	138	+108792	138	+105994	122	+170099	102	+196079	97	+21177	93	+104959	82
+361933	538	+347150	469	+318501	471	+379274	467	+566446	459	+652544	446	−28711	427	+418874	362
+673		+740		+676		+851		+1234		+1499		−67		+1157	

TOTALE.

Juni		Juli		August		September		October		November		December		Jahr	
Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2	Σxv^2	Σv^2
+522566	710	+489121	555	+432706	525	+432649	534	+ 461349	593	+ 442816	557	−133551	624	+350648	523
+ 73657	94	+ 54585	95	+ 60093	93	+ 70695	97	+ 59788	94	+ 15930	89	+ 2331	83	+ 35203	69
+361933	538	+347150	469	+318501	471	+397274	467	+ 566446	459	+ 652544	446	− 28711	427	+418874	362
+958156	1342	+890856	1119	+811300	1089	+900618	1098	+1087583	1146	+1111290	1092	−159931	1134	+804725	954
+714		+796		+745		+820		+949		+1008		−141		+843	

Dieses Ergebniss wurde, und zwar für die Höhenzone von 0 bis 4000 F. aus 71, für die Höhenzone von 4000 bis 8000 F. aus 33 Vergleichungen nach den Monats- und Jahresmitteln der Temperatur gewonnen; hierzu kommen dann noch 63 Vergleichungen tiefer Stationen mit hohen, so dass die für das gesammte Gebiet der Ostalpen gefundenen Erhebungen für die Temperaturabnahme um 1° R. aus nicht weniger als 167 Vergleichungen hervorgegangen sind. Da aber jede dieser Vergleichungen — bis auf geringe Ausnahmen — für die 12 Monate und für das Jahr durchgeführt wurde, so beträgt die Zahl der Detailvergleichungen, aus denen die obigen Resultate abgeleitet worden sind, nicht weniger als 2100.

Es sei mir nun erlaubt, diese Resultate übersichtlich zusammenzustellen.

Übersichtliche Zusammenstellung der

	Jänner $x =$	Februar $x =$	März $x =$	April $x =$	Mai $x =$	Juni $x =$
I. Westlicher Südabhang						
Höhenzone von 453—4000 F. a. H.	— 438	— 156	+ 585	+ 210	+ 286	+ 326
„ „ 4000—8000 „ „ „	— 13	+1277	+ 451	+ 607	+ 529	+ 562
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	+ 774	+ 769	+ 709	+ 574	+ 533	+ 569
Total [1])	+ 430	+ 727	+ 625	+ 477	+ 463	+ 500
II. Östlicher Südabhang						
Höhenzone von 0—4000 F. a. H.	+1108	+ 241	+ 592	+ 531	+ 269	+ 586
„ „ 4000—8000 „ „ „	+ 797	+1172	+ 696	+ 561	+ 504	+ 360
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	+ 942	+ 918	+ 645	+ 537	+ 548	+ 574
Total	+1014	+ 622	+ 603	+ 536	+ 444	+ 561
III. Nordabhang der						
Höhenzone von 1800—6000 F. a. H.	+2235	+1018	+ 794	+ 618	+ 720	+ 689
IV. Westlicher Südabhang						
Höhenzone von 1356—4000 F. a. H.	— 567	— 40	— 84	+ 214	+ 566	+ 839
„ „ 4000—6000 „ „ „	— 352	+ 71	+ 341	+ 453	+ 979	+ 972
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	—2181	+ 763	+ 931	+ 759	+ 650	+ 681
Total	—1545	+ 444	+ 569	+ 567	+ 651	+ 749
V. Östlicher Südabhang						
Höhenzone von 1140—2700 F. a. H.	+ 820	+1280	+ 522	+ 438	+ 421	+ 900
VI. Westlicher Nordabhang						
Höhenzone von 800—3000 F. a. H.	+ 312	+ 228	+ 803	+ 595	+ 454	+ 380
VII. Östlicher Nordabhang						
Höhenzone von 600—2700 F. a. H.	+ 93	+1385	—1559	+1057	+ 256	+1900
VIII. Carnische						
Höhenzone von 1704—4000 F. a. H.	— 102	— 555	+ 393	+ 838	+ 823	+1006
„ „ 4000—6000 „ „ „	+ 217	+ 51	+ 691	+ 875	+ 543	+ 713
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	+ 272	—1178	+1597	+ 886	+ 600	+ 693
Total	+ 39	— 644	+ 728	+ 855	+ 740	+ 868
IX. Julische						
Höhenzone von 880—2600 F. a. H.	+ 849	+1443	+ 374	+1048	+ 848	+ 854
X. Nord- und Südabhang						
Höhenzone von 550—4000 F. a. H.	+ 596	+ 153	+ 593	+ 443	+ 263	+ 635
„ „ 4000—8000 „ „ „	+ 54	+1253	+ 514	+ 590	+ 520	+ 489
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	+ 832	+ 826	+ 686	+ 555	+ 540	+ 572
Total	+ 676	+ 681	+ 616	+ 506	+ 456	+ 536

[1]) Es muss bemerkt werden, dass die Total-Zahlen, sowohl hier als weiter unten, nicht durch Mittelziehung aus den Detail-Zahlen, unter welchen sie stehen, erhalten wurden; sie sind wie diese blos übertragen.

bis hieher gewonnenen Resultate.

Juli $x =$	August $x =$	September $x =$	October $x =$	November $x =$	December $x =$	Frühjahr $x =$	Sommer $x =$	Herbst $x =$	Winter $x =$	Jahr $x =$
der rhätischen Alpen.										
+1698	+ 539	+ 509	— 300	+ 471	+ 36	+ 388	+ 614	+ 350	+ 187	+ 455
+ 485	+ 505	+ 660	+ 470	+ 689	+ 663	+ 495	+ 510	+ 616	+ 694	+ 497
+ 589	+ 612	+ 725	+ 681	+ 626	+ 687	+ 631	+ 590	+ 677	+ 745	+ 580
+ 660	+ 555	+ 680	+ 515	+ 609	+ 570	+ 548	+ 576	+ 614	+ 583	+ 550
der rhätischen Alpen.										
+ 569	+ 774	+ 307	— 73	+ 780	— 804	+ 493	+ 612	+ 413	+ 191	+ 482
+ 581	+ 639	+ 694	+ 558	+ 546	+ 543	+ 614	+ 518	+ 637	+ 939	+ 644
+ 578	+ 593	+ 731	+ 739	+ 661	+ 772	+ 570	+ 582	+ 713	+ 873	+ 697
+ 576	+ 620	+ 638	+ 544	+ 696	+ 151	+ 537	+ 526	+ 631	+ 579	+ 632
rhätischen Alpen.										
+ 768	+ 590	+ 750	+ 637	+1159	+ 703	+ 664	+ 687	+ 848	+1319	+ 880
der norischen Alpen.										
+ 656	+ 665	+ 989	+ 290	+ 598	— 606	+ 232	+ 733	+ 567	— 391	+1167
+ 401	+ 455	+ 506	+ 471	— 445	— 319	+ 537	+ 654	+ 174	— 173	+ 448
+ 832	+ 637	+ 876	+1171	+1501	— 376	+ 780	+ 713	+1185	— 640	+1225
+ 748	+ 634	+ 886	+ 818	+1064	— 453	+ 380	+ 715	+ 918	— 521	+1151
der norischen Alpen.										
+ 410	+1241	+ 465	+ 614	+ 566	— 292	+ 460	+ 863	+ 548	+ 798	+ 667
der norischen Alpen.										
+ 450	+ 554	+ 726	+ 759	+1002	+ 155	+ 610	+ 451	+ 823	+ 255	+ 652
der norischen Alpen.										
+ 921	+ 964	+ 632	+ 879	+ 99	+1313	— 160	+1355	+ 466	+ 861	+1450
Alpen.										
+1331	+1090	+ 786	+1250	+ 807	— 39	+ 687	+1142	+ 947	— 244	+ 310
+ 685	+ 771	+ 851	+ 836	+ 506	+ 145	+ 703	+ 723	+ 741	+ 136	+ 573
+ 639	+ 788	+ 869	+1668	+2021	+ 120	+1034	+ 707	+1471	— 285	+1280
+1005	+ 939	+ 822	+1322	+1112	+ 51	+ 773	+ 938	+1077	— 211	+ 636
Alpen.										
+1210	+1179	+1050	+ 934	+1053	—1365	+ 756	+1037	+1011	+ 446	+ 704
der rhätischen Alpen.										
+ 846	+ 672	+ 405	— 88	+1010	— 457	+ 461	+ 698	+ 561	+ 222	+ 473
+ 509	+ 539	+ 672	+ 486	+ 668	+ 646	+ 531	+ 515	+ 623	+ 733	+ 622
+ 583	+ 601	+ 728	+ 712	+ 640	+ 720	+ 608	+ 586	+ 694	+ 794	+ 623
+ 616	+ 599	+ 659	+ 531	+ 650	+ 391	+ 543	+ 583	+ 624	+ 587	+ 601

	Jänner x =	Februar x =	März x =	April x =	Mai x =	Juni x =
XI. Nord- und Südabhang						
Höhenzone von 1356—4000 F. a. H.	— 299	+ 153	+ 357	+ 416	+ 502	+ 606
„ „ 4000—6000 „ „ „	— 352	+ 71	+ 341	+ 453	+ 979	+ 972
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	—2181	+ 763	+ 931	+ 759	+ 650	+ 681
Total . . .	— 964	+ 400	+ 616	+ 574	+ 593	+ 655
XII. Für das gesammte						
Höhenzone von 0—4000 F. a. H.	+ 40	+ 38	+ 386	+ 609	+ 627	+ 710
„ „ 4000—8000 „ „ „	— 40	+ 233	+ 515	+ 674	+ 700	+ 784
Vergleichung tieferer Stationen mit höheren	—1326	+ 343	+1018	+ 758	+ 629	+ 673
Haupt-Totale . . .	— 481	+ 168	+ 642	+ 670	+ 632	+ 714

Wir wollen nun nachsehen, welche Folgerungen sich aus dem Inhalte dieser Tabellen ableiten lassen.

1. Die Verschiedenheit der für die einzelnen Sectionen des Gebirges gewonnenen Resultate scheint zuvörderst zu beweisen, dass die Grösse der Erhebung, welche der Abnahme der Temperatur um 1° entspricht, immer nur einen localen Werth besitze. In weiterer Folge würde sich hiernach der Schluss rechtfertigen, dass es eine vergebliche Mühe wäre, einen allgemein giltigen, d. h. für alle Klimate und Localitäten richtigen Werth dieser Art auffinden zu wollen. Denn wenn die Ergebnisse für so nahe bei einander liegende und unter verhältnissmässig nur wenig verschiedenen klimatischen Bedingungen stehende Gegenden so weit von einander abweichen, so darf es noch viel weniger Wunder nehmen, wenn diese Grössen für weit von einander entfernte Gegenden so beträchtlich verschieden sind, als es in der That beobachtet worden ist.

2. Für das ganze System der östlichen Alpen beträgt im Allgemeinen, d. h. im Mittel für alle Abtheilungen dieses Gebirges und für jede Jahreszeit, die Höhe um die man sich erheben muss, damit die Temperatur um 1° R. ahnehme, 843 P. F. (oder 672 P. F. für 1° C.). Dieser Zahl kommt, unter den für die Alpen aufgefundenen Werthen, der von A. v. Humboldt für die Schweiz angegebene am nächsten; er beträgt 588′ pro 1° C. [1]). Jedoch abgesehen davon, dass dieser Werth aus nur wenigen zur Sommerszeit angestellten Vergleichungen hervorgegangen ist, so sind Gründe zur Annahme vorhanden, dass die Abnahme der Temperatur mit wachsender Höhe in den östlichen Alpen langsamer vor sich gehe als in den westlichen. Das Mittel aus den vier englischen Luftfahrten des Jahres 1852 gibt 694 P. F. für 1° C.; ein Resultat, das mit dem unsrigen nahezu übereinkommt, und um so überraschender ist, als die von Dalton und Atkinson für England ermittelten Höhen dieser Art nicht ganz zwei Drittheile jener Zahl betragen [2]).

3. Die oben aufgefundenen Jahreswerthe weisen deutlich den Einfluss der Localität auf das Mass der Abkühlung der Luft in bestimmten Höhen nach. Diese geschieht am schnellsten auf der gegen die Lombardie steil abfallenden Südseite der rhätischen Alpen (550′); etwas weniger schnell ist sie im tirolischen Antheile des Südhanges derselben Alpen-

[1]) Dem von uns für die Ostalpen aufgefundenen Werthe steht jener, den Pictet ermittelt, noch näher; er beträgt 631′ für 1° C., doch ist er nur für die Stationen Genf und St. Bernhard giltig. Munke und Gehler III. S. 1019.

[2]) Kämtz. Meteorologie II. 140 und Gehler III. 1019.

Juli x =	August x =	September x =	October x =	November x =	December x =	Frühjahr x =	Sommer x =	Herbst x =	Winter x =	Jahr x =
der norischen Alpen.										
+ 548	+ 614	+ 834	+ 513	+ 788	— 187	+ 607	+ 482	+ 808	— 107	+ 873
+ 401	+ 455	+ 506	+ 471	— 445	— 319	+ 537	+ 654	+ 174	— 173	+ 448
+ 832	+ 637	+ 876	+1171	+1501	— 376	+ 780	+ 713	+1185	— 640	+1225
+ 668	+ 616	+ 840	+ 805	+1040	— 270	+ 595	+ 647	+ 891	— 282	+ 996
Gebiet der östlichen Alpen.										
+ 881	+ 824	+ 810	+ 776	+ 795	— 214	+ 541	+ 812	+ 793	— 31	+ 670
+ 587	+ 646	+ 727	+ 636	+ 180	+ 24	+ 612	+ 670	+ 523	+ 86	+ 510
+ 740	+ 676	+ 851	+1234	+1499	— 67	+ 805	+ 695	+1187	— 367	+1157
+ 796	+ 745	+ 820	+ 949	+1008	— 141	+ 647	+ 749	+ 932	— 148	+ 843

section (632′), noch etwas langsamer in den carnischen und auf der Nordseite der norischen Alpen (652′); am langsamsten endlich auf den breiten, sanft abgedachten Tafelzonen der julischen und der südlichen Hälfte der norischen Alpen (704 und 1181′). Eben so ist diese Wärmeabnahme auf dem schmäleren und höheren Gürtel der Tiroler Alpen rascher, als auf den mehr ausgebreiteten und ausgedehntere Hochflächen darbietenden norischen Centralalpen, beide im Ganzen betrachtet (601 und 996′).

4. Untersuchen wir die für die einzelnen Höhenzonen ermittelten Jahreswerthe, so will es scheinen, als ob die Abnahme der Wärme in den rhätischen und carnischen Alpen in den tieferen Zonen rascher, in den höheren aber immer langsamer vor sich gehe. Dieser Wahrnehmung widersprechen jedoch die auf dem Südhange der norischen Alpen klar hervortretenden Temperaturverhältnisse. Bei der grossen Zahl der hier aufgestellten meteorologischen Beobachtungsstationen war es möglich, in dieser Region verlässliche Mittel selbst für kleinere Höhenzonen, und zwar von 1000 zu 1000′ Höhe zu gewinnen. Hiebei hat es sich gezeigt, dass daselbst die Abnahme der Wärme in der untersten Höhenschichte am langsamsten (1299′), in der folgenden etwas rascher (1087′), in der dritten und vierten endlich progressiv noch rascher vor sich gehe. Ein gleiches Resultat hat sich für das Gesammtgebiet der Ostalpen ergeben.

Übrigens hat die weiter oben geführte Untersuchung mit Evidenz gezeigt, dass die Annahme: die Temperatur nehme bei wachsender Höhe nach arithmetischer Progression ab, der Natur besser entspreche als jede andere Vorstellung.

5. In den Jahreszeiten ist die Wärmeabnahme ebenfalls verschieden. Sowohl im Gesammtgebiete der östlichen Alpen als auch in den Hauptabtheilungen derselben findet die langsamste Wärmeabnahme im Herbst, die schnellste im Frühjahre Statt. Bisher wurde dafür gehalten, dass die langsamste Temperaturänderung im Winter, die schnellste aber im Sommer erfolge. Ein theilweise ähnliches Ergebniss haben die mehrerwähnten englischen Luftreisen geliefert, wo sich bei der dritten, im October unternommenen Fahrt eine viel grössere Mittelzahl ergab, als bei der vierten, die während des weit kälteren Novembers ausgeführt wurde.

Die Consequenz, mit der die bezeichneten Verhältnisse der Wärmeabnahme in allen Unterabtheilungen des Gebirges auftreten, beweist, dass ihnen constante meteorologische und nicht locale Ursachen zum Grunde liegen müssen.

Was jedoch den Winter insbesondere anbelangt, so treten in dem Gebiete unserer Alpen zu dieser Jahreszeit so eigenthümliche Temperaturerscheinungen auf, dass es in der

That zum Verwundern ist, wie dieselben bisher der Aufmerksamkeit und Würdigung der gelehrten Welt entgehen konnten. Es ist nämlich innerhalb eines grossen Gebietes der östlichen Alpen in den höheren Stationen zur Winterszeit fast allenthalben wärmer als in den tieferen, so dass sich, sowohl im Einzelnen als bei der Mittelziehung für mehrere Detailwerthe verneinende Zahlen ergeben, d. h. Zahlen, welche anzeigen, um wie viel man sich erheben muss, damit die Temperatur nicht um 1 Grad sinke, sondern zunehme.

Man kann die Ostalpen in dieser Beziehung in zwei deutlich unterschiedene Regionen eintheilen, und zwar erstens in jene, wo diese Verlangsamung der Wärmeabnahme in geringerem Grade und nur in der unteren Luftschichte vor sich geht, so dass der allgemeine Mittelwerth der Erhebung für 1 Grad Wärmeabnahme noch immer positiv bleibt, und zweitens in jene Region, in welcher zur Winterszeit eine wirkliche und so bedeutende Zunahme der Temperatur mit wachsender Höhe eintritt, dass jene Mittelwerthe für die einzelnen Höhenzonen so gut wie für die ganze Gebirgsabtheilung ein negatives Zeichen erhalten. Zur erstgenannten Region gehören die rhätischen, zur zweiten die norischen und carnischen Alpen.

6. Wir übergehen nun zur näheren Untersuchung der Wärmeabnahme in den einzelnen Monaten.

Hier werden wir uns zuerst mit der so eben angedeuteten Zunahme der Temperatur nach aufwärts während der Wintermonate des Näheren zu beschäftigen haben. Diese merkwürdige, vornehmlich in den norischen und carnischen Alpen auftretende und in solcher Ausdehnung noch nirgends nachgewiesene und aufgeklärte Erscheinung findet jedoch nicht etwa nur zwischen Stationen von geringen Höhenunterschieden Statt, so dass die resultirenden negativen Temperaturdifferenzen etwa localen Ursachen oder Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden dürften; nichts weniger! sie zeigt sich zwischen Stationen von sehr verschiedener Seehöhe und von sehr ungleicher Exposition gegen das einfallende Sonnenlicht. Ein Blick auf die oben mitgetheilten Temperatur-Tabellen ist im Stande, die Wahrheit des Gesagten zu beweisen und ich erlaube mir, einige der auffallenderen Beispiele dieser Art vorzuführen.

Norische Alpen.

Verglichene Stationen	Höhenunterschied in P. F.	Temperat.-Unterschied	
		Jänner	December
Klagenfurt - Althofen	928	—2·12	—1·61
„ - Steinpichel	1950	—3·19	—2·66
„ - St. Peter	2412	—1·19	—1·02
„ - Heiligenblut	2606	—1·35	—
„ - Raggaberg	3930	—0·81	—
Sachsenburg - St. Peter	2064	—1·45	—1·70
„ - Steinpichel	1602	—3·18	—2·82
„ - Raggaberg	3542	—1·62	—2·26
Lienz - Pregratten	1373	—0·52	—1·21
„ - Raggaberg	3263	—0·45	—
Innichen - Alkus	1032	—1·61	—2·52
Inner-Villgratten - Raggaberg	1038	—1·54	—2·61
Carnische Alpen.			
Tröpolach - St. Jakob	1078	—2·69	—2·57
„ - Unter-Tilliach	2614	—3·76	—4·32
Lienz - Unter-Tilliach	2417	—2·54	—
Saifnitz - „	1926	—2·05	—2 51
Sexten - „	514	—4·85	—6·24
Klagenfurt - Obir I.	2464	—2·47	—1·44

Diese wenigen Beispiele, die aus dem Temperaturen-Tableau leicht noch bedeutend vermehrt werden könnten, genügen, um zu zeigen, dass die Änderungen der Temperatur mit der Höhe durch die von der Theorie bisher berücksichtigten Momente nicht erklärt werden können.

Die bisherigen theoretischen Untersuchungen leiten die Änderungen der Temperatur mit der Änderung der absoluten Höhe bekanntlich aus folgenden Ursachen ab: 1. aus der geringeren directen Erwärmung der Luft durch die Sonne in den höheren Schichten der Atmosphäre, wegen der geringeren Dichtigkeit und dem geringeren Dampfgehalt derselben, wodurch ihre Absorptionsfähigkeit für die Wärmestrahlen verringert wird; 2. aus der grösseren Wärmecapacität der dünneren Luft in der Höhe, wesshalb eine grössere Wärmemenge nothwendig ist, damit sie sich um ein gewisses Temperaturmass erwärme; 3. aus dem geringeren Einflusse der Bodenstrahlung bei wachsender Entfernung von dem Boden, und 4. aus der mit zunehmender Höhe immer mehr sich abschwächenden Verbreitung der Wärme aus der Tiefe durch Mittheilung.

Aber alle diese Momente, für deren Wirkungen durch Laplace, Fourier, Poisson, Ivory, Ed. Schmidt u. A. analytische Formeln abgeleitet wurden, erklären immer nur eine Abnahme der Temperatur mit zunehmender Höhe, nicht aber eine Zunahme derselben gegen die Höhe für gewisse Zeiten des Jahres. — Was ich nun im Nachfolgenden bringen werde, ist ein erster Versuch, eine Erscheinung aufzuklären, die in der Wissenschaft bisher kaum bekannt war.

7. Die Quelle aller in der Luft auftretenden Wärme ist das Sonnenlicht; die durch sie entwickelte Wärmemenge aber ist für jeden Ort zunächst eine Function der geographischen Breite und der Seehöhe dieses Ortes.

Dies gilt im Allgemeinen, d. h. mit Rücksicht auf die Mitteltemperatur des Jahres. Die Änderungen der Temperatur in der jährlichen und täglichen Periode aber sind abhängig von dem veränderlichen Höhenstande der Sonne, von den Winden und von anderen weniger wichtigen localen Einflüssen.

Geographische Breite, absolute Höhe und Sonnenhöhe sind theils constante Bedingungen des Klima's, theils solche, deren Änderungen einen streng regelmässigen und für jeden Zeitpunkt des Jahres durch Rechnung ermittelbaren Gang einhalten.

Anders ist es mit den Winden. Sie führen die Temperatur entfernter Gegenden herbei und werden dadurch zu Hauptursachen der hygrometrischen und hyetrographischen Zustände der Atmosphäre. Sie sind in ihrer Richtung und daher auch in ihrer thermischen Bedeutung nach Jahres- und Tageszeiten veränderlich und bilden demnach, wenn man kleine locale Luftströmungen ausser Betrachtung lässt, eine von dem Orte unabhängige Bedingung des physischen Klima's.

Die erste und wichtigste Ursache der in der Atmosphäre des Erdkörpers auftretenden Strömungen ist der zwischen den Tropen in Folge der intensiven Sonnenwirkung entstehende aufsteigende Luftstrom. Durch die hier unablässig herrschende hohe Temperatur wird die Luft in der Tiefe ausgedehnt und in ihrem specifischen Gewichte so wie auch in ihrer Elasticität herabgesetzt. Die nächste Folge davon ist das Aufsteigen derselben in die höheren Regionen des Luftkreises und das wagrechte Einströmen der kälteren, dichteren und elastischkräftigeren Luftmassen der nebenliegenden gemässigten Zonen in den Tropengürtel. Dies geschieht selbstverständlich in der Tiefe, wo eben die Erwärmung und Verdünnung der Luft am lebhaftesten ist.

Die Continuität dieses aufsteigenden warmen Luftstromes bedingt ein eben so continuirliches Nachrücken der kälteren Luftmassen von der Seite der Pole her. Die eine dieser Strömungen ist die nothwendige Folge der andern, und der ungeheure Umfang beider macht es begreiflich, dass ihre näheren und entfernteren Wirkungen in ununterbrochener Folge den ganzen Luftkreis beherrschen und seine Zustände an jedem einzelnen Orte bedingen.

Stünde die Erde ruhig, d. h. fände keine Axendrehung derselben Statt, so würde das Vordringen der kälteren Luftmassen gegen den Äquator in der Richtung der Meridiane geschehen. Die Rotation verändert jedoch diese Richtung dergestalt, dass die Luftströmung in der nördlichen Hälfte des Tropengürtels aus Nordost, in der südlichen aus Südost zu kommen scheint.

Diese stetige und in ihrer Lage gegen die Weltgegenden nur wenig veränderliche Luftströmung wird der Passat genannt.

Der gegen den Äquator gerichtete Abfluss der Luft aus den benachbarten Regionen der beiden gemässigten Zonen hat jedoch ein allmähliches und eben so continuirliches Nachrücken der ganzen übrigen Luftmasse bis zu den Polen hinauf zur nothwendigen Folge. Und dies muss schon desshalb in um so consequenterer Weise erfolgen, als der Erdkörper sich gegen die Pole hin in seinen Dimensionen nach dem Gesetze einer rasch convergirenden geometrischen Reihe verjüngt, und daher die Ersatzgebiete für die gegen den Äquator abgeflossenen Luftmassen progressiv kleiner werden. Der Nordostpassat wird demnach auch in höheren Breiten jedenfalls vorhanden sein, wenn er sich auch, in Folge mannigfacher Störungen, durch seine Richtung so klar und stetig nicht aussprechen kann, als dies zwischen den Wendekreisen der Fall ist.

Die erwärmten Luftmassen des aufsteigenden Luftstromes der Tropenzone müssen jedoch, nachdem sie sich in den höheren Theilen des Luftkreises abgekühlt haben, wieder gegen die Pole zurückfliessen, was, ebenfalls in Folge der Axendrehung der Erde, nach einer Richtung geschieht, die der des unteren Passats im Allgemeinen diametral entgegensteht. Diese Luftströmung führt den Namen des rücklaufenden Passats, und ihre Richtung wird demnach auf der nördlichen Hemisphäre eine südwestliche, auf der südlichen eine nordwestliche sein. Es leuchtet ein, dass der rücklaufende Passat sich erst in einer gewissen Entfernung von den Tropen nach den Polen hin in der Tiefe zeigen kann, und dass er im Ganzen dieselbe Continuität besitzen muss, wie der untere oder eigentliche Passat. Nach der thermischen Beschaffenheit beider werden wir den Nordostpassat auch den kalten, den Südwestpassat den warmen nennen dürfen.

Die hohe Intensität der Wärme zwischen den Tropen ist offenbar zugleich auch der relative Ausdruck der Vehemenz, mit der die aufsteigende Bewegung der erhitzten und verdünnten Luftmassen vor sich geht. Hierdurch wird nun, in Folge der Trägheit, die Luft über jene Höhe emporgetrieben, in der sie, ihrem specifischen Gewichte nach, mit den benachbarten Luftschichten im Gleichgewichte stünde. Hat nun diese Bewegung nach oben ihr Ende erreicht, so wird jetzt ein um so rascheres Sinken der abgekühlten und relativ schweren Luftmassen eintreten, wobei sie endlich mit dem Nordostpassat zusammentreffen, und im Kampfe mit demselben jene verschiedenen, aus allen Gegenden der Rose kommenden Windrichtungen erzeugen, wie sie in den gemässigten und kalten Zonen in so häufigem Wechsel aufzutreten pflegen.

Es sind nun in dieser Hinsicht für einen gegebenen Ort drei Fälle möglich, und zwar 1) die beiden Passate liegen über einander, ohne sich noch zu einer von ihrer relativen Lage im Horizont und ihrer Stärke abhängigen mittleren Richtung verbunden zu haben; 2) diese Verbindung beider Passate geschieht eben und in Folge dessen erfolgt eine Winddrehung gegen Ost oder West; und 3) beide Passate fliessen neben einander wie in abgesonderten Rinnsalen dahin.

Die Untersuchungen von L. v. Buch und von Dove haben jedoch gezeigt[1]), dass im westlichen Europa der warme, im östlichen der kalte Passat vorwalte, und dass es eine den Erdtheil schräg durchschneidende, bald östlich, bald westlich sich verschiebende Linie geben müsse, längs welcher beide Passate zusammentreffen, wo also der Windwechsel durch Verdrehung der beiden Luftströme am häufigsten erfolgt, und wo daher auch eben so häufig der eine Passat die oberen, der andere die unteren Regionen des Luftkreises zeitweilig beherrschen wird.

Ich glaube nun, dass es möglich sei, jene anormale Erscheinung der Temperaturzunahme mit wachsender Höhe während der Wintermonate, wie sie sich insbesondere für den Südabhang der norischen Alpen erwiesen hat, aus den so eben dargelegten Grundsätzen über die Vertheilung der in der Atmosphäre vorhandenen Luftströmungen zu erklären.

Nehmen wir z. B. an, es liege Kärnthen inmitten jener Zone, innerhalb welcher zur Winterszeit die Verschiebungen der Grenzlinie beider Passate am häufigsten vorkommen, so wird hier die Überlagerung der Passate, wie sie oben sub Nr. 1 erwähnt worden, im Winter ebenfalls am häufigsten eintreten müssen. Da nun aber der kalte Passat eben so wohl vor seiner Verdrängung durch den warmen, als auch von seinem ersten Einfallen angefangen, wegen des grösseren specifischen Gewichtes seiner Luftmassen, den unteren Theil der Atmosphäre behauptet, so wird er in Kärnthen länger als an vielen anderen Orten im Winter die unteren und der warme die oberen Regionen des Luftkreises einnehmen.

Der kalte Passat wird sich ferner zur Winterszeit, besonders wenn er heftig ist oder mehrere Tage lang anhält, bei seinem Vordringen in niedrigere Breiten nur wenig erwärmen, während sich der warme unter denselben Umständen nur langsam abkühlen wird; jener wird daher die Kälte höherer Breiten, dieser einen Theil jener Wärme, die er zwischen den Tropen empfangen, mit sich bringen. Die ersichtliche Folge dieser Verhältnisse muss eine höhere Temperatur der hochgelegenen und eine tiefere der tiefgelegenen Gegenden, d. h. eine Zunahme der Temperatur von unten nach oben sein. In der Einfachheit dieser Folgerung liegt, wie ich glaube, eine zwingende Gewalt.

Da ferner die Luft um so schwerer wird, je mehr sie sich abkühlt, so werden die kältesten Theile des kalten Passats längs des Bodens hinstreichen müssen, und zwar so lange, bis sie sich durch die Berührung mit dem Boden so weit erwärmt haben, um anderen kälteren und schwereren Lufttheilen Platz machen zu müssen. Es werden desshalb, selbst innerhalb des kalten Passats, Temperaturdifferenzen stattfinden, und zwar in der Art, dass den tieferen Gegenden die tiefere, den höheren aber die höhere Temperatur zukommt. Dort aber, wo beide Passate an einander grenzen, wird eine partielle Mischung ihrer Luftmassen und dadurch ebenfalls ein allmählicher Übergang zu höheren Wärmegraden erfolgen.

---

[1]) L. v. Buch: „Über das Klima der canarischen Inseln", und Dove: „Über mittlere Luftströme". Pogg. Ann. XIII. p. 583.

Es bedarf kaum einer Erwähnung, dass unter der angegebenen Voraussetzung das Steigen der Temperatur mit wachsender Höhe eine Grenze finden müsse, denn erstens kann der obere warme Luftstrom immer nur eine im verticalen Sinne beschränkte Region erfüllen, und zweitens werden die oben erwähnten erkältenden Einflüsse der Höhe sich endlich so weit geltend machen, um eine abermalige Abnahme der Temperatur nach oben zu Stande zu bringen.

Im Sommer schliesslich, wo der dem Boden nahe liegende Theil der Atmosphäre mächtig erwärmt ist, wird der obere oder warme Passat in der Höhe zwar keine höhere Temperatur als jene in der Tiefe, wohl aber eine weit geringere Wärmedifferenz hervorbringen, als sie in dem Falle sein würde, wenn die Anordnung der beiden Passate im Raume eine zu der angenommenen entgegengesetzte wäre. In unserem Falle wird daher die Erhebung für die Wärmeabnahme um 1 Grad sehr gross ausfallen müssen.

Wir wollen nun nachsehen, ob sich diese Ansicht durch die Erfahrung bestätigt.

Unter den Beobachtungsstationen, welche für unsere Aufgabe von Wichtigkeit sind, besitzen wir an den nachstehenden länger fortgesetzte Aufzeichnungen über die Vertheilung der Windrichtungen, und zwar:

In Mailand	für die Periode von	1763—1850	86 Jahre
„ Udine	„ „ „ „	1803—1842	40 „
„ Triest	„ „ „ „	1841—1850	10 „
„ Gratz	„ „ „ „	1837—1845	9 „
„ Wien	„ „ „ „	1798—1850	53 „
„ Kremsmünster	„ „ „ „	1763—1851	89 „
„ Salzburg	„ „ „ „	1847—1852	6 „
„ Wilten (bei Innsbruck)	„ „ „ „	1831—1854	24 „ [1].

Tabelle der mittleren resul-

	Jänner				Februar				März				April				Mai			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
1. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	22	24	13	41	21	29	12	38	22	39	13	26	20	40	17	23	19	35	19	26
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 297°54′				N 315°0′				N 55°15′				N 80°0′				N 90°0′			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	WNW				NW				NOzO				OzN				O			
2. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	42	45	8	6	34	42	14	9	21	36	27	15	19	28	36	17	17	26	37	20
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 48°55′				N 58°47′				N 105°57′				N 147°6′				N 163°18′			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	NO				NOzO				OzS				SOzS				SzO			

[1]) In den Beobachtungen von Mailand findet sich eine Lücke von 2 Jahren, wesshalb der angemerkte Zeitraum nicht 88, sondern nur 86 Jahre umfasst. Sowohl für diese als auch für die meisten der übrigen sieben Stationen liegen die jüngeren Beobachtungen bis zum Jahre 1854 vor; ich habe mich jedoch der Mühe ihrer Sammlung desshalb überhoben, weil die wichtigeren Stationen

Unter diesen Stationen können wir, ohne Nachtheil für unseren Zweck, Gratz und Stift Wilten ausser Betrachtung lassen.

Die betreffenden Aufzeichnungen sind den Jahrbüchern der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus entnommen.

Bei allen diesen Beobachtungen sind blos vier Windrichtungen verzeichnet, und es sind für jeden Monat so wie auch für die einzelnen Jahre die Windrichtungen nach Procenten berechnet.

Ich habe nun für die Gesammtmittel der Monate und Jahre die mittlere resultirende Windrichtung gerechnet und mich hiebei an die Zahlen für die Richtung und nicht an jene für die Windstärke gehalten. Dies Verfahren schien mir desshalb besser, weil sonst der Windstärke leicht ein übermächtiger und unrichtiger Einfluss auf die Beurtheilung der von der Windrichtung abhängigen Temperaturänderungen eingeräumt worden wäre. Ein Sturm z. B. hätte dann den ungleich wichtigeren Effect einer durch mehrere Tage von der entgegengesetzten Seite der Windrose kommenden Luftströmung in der Rechnung aufgehoben.

Die Berechnung der mittleren resultirenden Windrichtung geschah nach der Formel:

$$\text{tang}\ \varphi = \frac{O-W}{N-S}.$$

Der Winkel aber wurde wie gewöhnlich von N. angefangen, durch O., S. und W. wieder bis N. gezählt.

Ich gebe in der nachstehenden Tabelle die beobachtete Vertheilung der einzelnen Windrichtungen und die Ergebnisse der Rechnung für die angedeuteten 6 Beobachtungsstationen.

tirenden Windrichtungen.

	Juni				Juli				August				September				October				November				December				Jahr			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
Mailand. (86 Jahre.)																																
	19	24	20	27	18	38	19	25	20	40	18	21	22	42	18	18	21	36	16	26	20	31	14	35	21	25	14	40	22	34	16	28
	N 98°8′				N 94°24′				N 84°16′				N 80°32′				N 63°26′				N 326°19′				N 295°1′				N 45°			
	OzS				O				O				OzN				ONO				NWzN				WNW				NO			
Udine. (40 Jahre.)																																
	21	25	35	19	24	26	32	19	26	27	25	21	25	31	28	17	30	40	23	7	40	40	15	4	46	45	7	3	28	34	24	14
	N 156°48′				N 138°49′				N 80°32′				N 102°6′				N 78°1′				N 55°13′				N 47°7′				N 78°41′			
	SSO				SO				O				OzS				OzN				NOzO				NO				OzN			

(wie Mailand, Udine, Wien und Kremsmünster) so umfassende Beobachtungsreihen enthalten, dass ihre Vermehrung, um einige wenige Jahre, die Gesammtmittel nur wenig verbessert hätte.

	Jänner				Februar				März				April				Mai			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
3. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	24	64	9	3	17	55	14	14	18	53	13	14	15	45	21	19	14	45	16	24
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 77°58′				N 85°49′				N 82°42′				N 103°0′				N 95°26′			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	OzN				O				OzN				OzS				O			
4. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	21	17	26	35	24	16	24	38	30	13	19	38	30	14	23	33	29	16	22	32
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 246°2′				N 270°0′				N 293°45′				N 290°13′				N 293°38′			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	WzS				W				WNW				WNW				WNW			
5. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	7	36	3	54	9	32	2	57	9	37	2	52	11	37	3	49	11	39	3	47
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 281°57′				N 286°56′				N 295°1′				N 393°41′				N 315°0′			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	WzN				WNW				WNW				NWzW				NW			
6. Beobachtungsstation																				
Vertheilung der Windrichtungen . .	22	27	30	21	17	23	25	35	16	27	28	29	15	31	25	29	21	26	27	26
Mittlere resultirende Windrichtung .	N 141°8′				N 236°19′				N 189°28′				N 168°41′				N 180°			
Vulgäre Bezeichnung derselben . . .	SOzS				WSW				SSW				SzO				S			

Vergleichen wir diese berechneten mittleren Windrichtungen mit den Ergebnissen unserer Untersuchung über das Quantum der Wärmeänderung bei zunehmender Höhe, so werden wir Nachfolgendes wahrnehmen:

a) Bei der lombardischen Section der rhätischen Alpen herrschen in der Tiefe das ganze Jahr hindurch die kalten Luftströmungen vor, die in den Monaten vom März bis October, beide inclusive, die eigentliche Richtung des kalten Passats annehmen, während im November und in den drei Wintermonaten der feuchte und beziehungsweise weniger kalte Nordwest auftritt. Da jedoch in allen diesen Monaten, mit Ausnahme des Novembers, die mittlere Windresultante dem Westpunkte näher als dem Nordpunkte liegt, so geht hervor, dass in der erwähnten Gegend zur Winterszeit der warme Passat die Oberhand hat; und dies ist der Grund, wesshalb hier in den höheren Lagen des Gebirges im Winter keine negativen Temperaturdifferenzen auftreten und wesshalb zu dieser Zeit im Allgemeinen eine raschere Abnahme der Wärme mit wachsender Höhe zu bemerken ist.

Dass jedoch verneinende Wärmedifferenzen, selbst innerhalb des von einer und derselben Luftströmung eingenommenen Raumes, wie sie oben angedeutet wurden, möglich sind, beweist sich bei den Stationen Luino und Sondrio, an denen es, bei einer relativen Höhe

Juni				Juli				August				September				October				November				December				Jahr			
N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
Triest. (10 Jahre.)																															
12	38	22	27	14	38	17	31	14	54	11	21	15	51	17	17	13	48	25	15	15	60	16	9	19	66	9	6	16	51	16	17
N 132°16′				N 113°12′				N 84°48′				N 93°22′				N 109°59′				N 91°7′				N 80°32′				N 90°0′			
SO				OSO				O				O				OSO				O				OzN				O			
Wien. (53 Jahre.)																															
30	11	17	43	29	9	14	48	29	11	18	44	26	14	22	39	28	17	26	30	21	14	27	38	21	15	25	39	26	14	22	38
N 292°7′				N 291°32′				N 288°26′				N 279°5′				N 278°45′				N 284°2′				N 279°28′				N 279°28′			
WNW				WNW				WNW				WzN				WzN				WzN				WzN				WzN			
Kremsmünster. (89 Jahre.)																															
9	30	3	58	9	31	2	58	8	34	2	56	9	39	1	51	9	38	2	51	8	34	2	56	7	33	2	58	9	35	2	54
N 282°6′				N 284°32′				N 285°15′				N 303°41′				N 298°18′				N 285°15′				N 281°19′				N 290°13′			
WzN				WzN				WzN				NWzW				NWzW				WzN				WzN				WNW			
Salzburg. (6 Jahre.)																															
21	28	28	23	19	31	29	21	20	28	27	25	22	23	30	25	20	26	27	27	17	30	28	25	15	29	32	24	19	26	28	27
N 144°28′				N 135°0′				N 156°48′				N 194°2′				N 188°8′				N 155°33′				N 163°37′				N 186°20′			
SOzS				SO				SSO				SSW				SSW				SSO				SzO				SzW			

bezüglich Mailand von 129 und 525′, durch mehrere Monate des Jahres, namentlich aber in den kälteren Monaten wärmer ist als zu Mailand.

b) Alles dies bestätigt sich in der südtirolischen Section der rhätischen Alpen in deutlichster Weise. Auch hier tritt im Ganzen mit zunehmender Höhe keine grössere Wärme zur Winterszeit ein, und wo dies der Fall ist, wie zwischen Botzen und Meran und zwischen Meran und Platt, da geschieht es ebenfalls nur in der untersten Höhenzone.

c) Den Hauptbeweis für die Richtigkeit unserer Theorie ist jedoch der Südabhang der norischen und die Region der carnischen Alpen zu liefern im Stande. Hier liegen einerseits nicht nur zahlreiche Temperaturbeobachtungen in verschiedenen Höhen, sondern auch die vieljährigen Aufzeichnungen der Windverhältnisse für die ihrer Nähe wegen wichtige Station Udine, so wie auch jene von Triest vor.

Die herrschende Windrichtung liegt zu Udine in den Monaten October, November, December, Jänner und Februar, dann auch im August, also in allen Winter- und in den zwei kälteren Herbstmonaten, im e r s t e n Quadranten des Horizontes, von Nord gegen Ost gerechnet; im September liegt sie nur um 22 Grad südlich des Ostpunktes, in den übrigen fünf Monaten liegt sie gleichfalls im zweiten Quadranten, und im Mai nähert sich ihre Lage

dem Südpunkte bis auf 17 Grad. — Es herrscht daher in allen kälteren Monaten des Jahres in der Tiefe der kalte Passat vor.

Halten wir diesen Verhältnissen die Daten des Temperaturentableau's entgegen, so finden wir erstens ein allmähliches Steigen der Temperatur in den Wintermonaten von unten nach oben, wie folgendes Verzeichniss ersichtlich macht:

Südhang der norischen Alpen.

Stationen	Absolute Höhen in P. F.	Mittlere Temperaturen, R.		
		December	Jänner	Februar
Klagenfurt	1356	—4·30	—5·01	—3·50
Sachsenburg	1704	—3·50	—6·96	—4·70
Ober-Vellach	2015	—3·59	—4·39	—2·51
Lienz	2023	—3·53	—4·35	—2·25
Althofen	2284	—2·69	—2·89	—1·88
Mallnitz	3036	—4·33	—2·79	—2·31
Steinpichel	3306	—1·71	—3·24	—1·50
Pregratten	3396	—2·05	—4·05	—2·22
St. Peter	3768	—3·28	—3·82	—3·43
Heiligenblut [1]	3962	—8·96	—3·46	—1·00
Alkus	4620	—2·86	—3·54	—1·39
Raggaberg	5286	—2·25	—3·88	—4·86
Carnische Alpen.				
Tröpolach	1826	—5·11	—5·65	—3·64
Weissbriach	2454	—1·68	—2·96	—1·59
Saifnitz	2514	—3·84	—4·75	—3·14
St. Jakob	2904	—2·54	—2·96	—2·09
Obir I.	3780	—2·86	—2·54	—1·76
Unter-Tilliach	4440	—1·23	—2·77	—1·64

Einzelne Stationen in beiden Gebirgsabtheilungen folgen dieser Ordnung allerdings nicht; hier sind es jedoch locale Ursachen besonderer Art, die eine solche Abweichung erklären, wie z. B. bei den westwärts von Lienz liegenden Stationen Innichen, Inner-Villgratten, Kalkstein und Sexten, welche, bei der Gleichförmigkeit ihres Verhaltens unter sich und mit den Stationen Westtirols, offenbar noch in das System der klimatischen Verhältnisse des letztgenannten Alpengebietes gehören.

Zweitens: diese Zunahme der Temperatur von unten nach oben in den Wintermonaten scheint zwischen den Horizontalebenen von 3000 und 4000 F. am stärksten zu sein, wo im Jänner schon eine Elevation von 215 F. im Mittel hinreicht, damit die Temperatur um 1° R. zunehme; sie ist jedoch in der unteren Hälfte der ganzen untersuchten Höhe, d. h. zwischen 1350 und 4000 F. langsamer als in der oberen Hälfte derselben, was darauf hinzudeuten scheint, dass sich die Grenze beider Passate in diesen Monaten zwischen den absoluten Höhen von 4000 und 6000 F. befinden müsse. Die Erhebungswerthe sind für die untere Höhenzone pro Jänner und December — 567 und — 606, für die obere — 352 und — 319 F.

Drittens: bei den für die übrigen Monate und besonders für das Jahr aufgefundenen grossen Höhenzahlen bezüglich der Temperaturänderung um 1° R., beweist sich mit schla-

---

[1]) Die Temperaturen dieser Station sind aus den Beobachtungen eines einzigen Jahres hervorgegangen und verdienen desshalb weniger Beachtung.

gender Deutlichkeit die angegebene Anordnung der beiden Luftströmungen. Denn weht in den wärmeren Monaten ebenfalls der kalte Passat unten und der warme oben, was hier der Fall ist, so muss jene Verlangsamung der Wärmeabnahme nach der Höhe eintreten, wie sie oben bereits erklärt wurde. Auf dem Südhange der norischen Alpen haben sich die bezüglichen Zahlen für den Sommer mit 918 und für das Jahr mit 1151, in den carnischen Alpen für den Sommer mit 1077 und für das Jahr mit 636 F. herausgestellt; bei einzelnen Höhenzonen sind diese Zahlen sogar noch höher.

d) Für den östlichen Süd- und Nordhang der norischen, so wie auch für den westlichen Nordhang der rhätischen Alpen sind so wenige und unvollständige Detailbeobachtungen vorhanden, und die gewonnenen Zahlenreihen für die Wärmeabnahme nach oben sind so discontinuirlich, dass ihr Zusammenhang mit den berechneten Windrichtungen nur sehr undeutlich hervortritt.

e) Für die Beurtheilung der Windverhältnisse auf dem westlichen Nordhange der norischen Alpen liegen die Beobachtungen von Kremsmünster und Salzburg vor, welche jedoch sehr wesentlich von einander unterschieden sind. Wenn nun aber auch die in Kremsmünster gewonnenen Daten vor jenen von Salzburg entschieden den Vorzug verdienen, so ist es doch möglich, ja sogar sehr wahrscheinlich, dass an dem letztgenannten Orte häufig Windrichtungen auftreten, die von den gleichzeitigen in Kremsmünster mehr oder minder abweichen. Salzburg liegt in einem auf drei Seiten von hohen Bergen umschlossenen, gegen Norden und Süden für den Wind zugänglichen Thalbecken, in welchem sich durch Brechung und Reflexion die östlichen, südöstlichen, südwestlichen und westlichen Windrichtungen leicht in südliche verwandeln. So viel haben jedoch die für beide Stationen berechneten mittleren Windrichtungen unter sich gemein, dass sie, da wie dort, das ganze Jahr hindurch aus einer und derselben Gegend der Rose kommen; in Kremsmünster nämlich aus Nordwest, in Salzburg aus Süd.

Da indess die meisten der hier aufgestellten Beobachtungsstationen Kremsmünster näher liegen, so werden wir auch nur diese Station allein des Näheren in's Auge fassen. Wie die Tabelle zeigt, sind hier die herrschenden Windrichtungen für alle Monate des Jahres die nordwestlichen, u. z. in so constanter Weise, dass ihre Oscillationen einen Bogen von nicht mehr als 32 Graden umfassen, und dass keine dieser Richtungen den Nordwestpunkt auf der nördlichen Seite jemals überschreitet. Es ist demnach für alle Monate ohne Ausnahme der warme Passat die weitvorwaltende Componente der resultirenden mittleren Windrichtung in der Tiefe. Demnach kann sich hier, nicht wie auf der Südseite desselben Gebirges, in den höheren Lagen zur Winterszeit keine höhere Temperatur als in der Tiefe entwickeln, und es muss aus demselben Grunde die Abnahme der Temperatur mit zunehmender Höhe eine verhältnissmässig rasche sein. Die bezüglichen Tabellen weisen die Wahrheit des Gesagten nach.

Alle diese verschiedenen Verhältnisse lehren uns überdies, wie gross der Einfluss des Alpenkammes auf die atmosphärischen Zustände der beiderseitigen Ländergebiete ist, und welche bedeutende meteorologische Scheidewand er darstellt.

f) Noch klarer zeigt sich der Zusammenhang der Temperaturänderung bei zunehmender Höhe mit den herrschenden Windrichtungen in den Jahreszeiten. Nachstehende Tabelle gibt die Berechnung der resultirenden mittleren Windrichtung in den einzelnen Jahreszeiten für die wichtigeren Stationen.

	Frühjahr				Sommer				Herbst				Winter			
	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W	N	O	S	W
1. Beobachtungsstation Mailand.																
Vertheilung der Windrichtungen	61	114	49	75	57	112	57	73	63	109	48	79	64	78	39	119
Mittlere resultirende Windrichtung	N 72°54′				N 90°0′				N 63°28′				N 301°22′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	ONO				O				ONO				NWzW			
2. Beobachtungsstation Udine.																
Vertheilung der Windrichtungen	57	90	100	52	71	78	92	59	95	111	66	28	122	132	29	18
Mittlere resultirende Windrichtung	N 137°21′				N 137°52′				N 70°44′				N 50°48′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	SO				SO				ONO				NOzO			
3. Beobachtungsstation Triest.																
Vertheilung der Windrichtungen	47	143	50	57	40	130	50	79	43	159	58	41	60	185	32	23
Mittlere resultirende Windrichtung	N 91°35′				N 101°6′				N 97°15′				N 80°12′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	O				OzS				OzS				OzN			
4. Beobachtungsstation Gratz.																
Vertheilung der Windrichtungen	62	69	109	60	71	57	104	68	56	66	112	56	56	71	112	61
Mittlere resultirende Windrichtung	N 169°9′				N 198°26′				N 167°44′				N 169°53′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	SzO				SSW				SzO				SzO			
5. Beobachtungsstation Wien.																
Vertheilung der Windrichtungen	89	43	64	103	88	31	49	125	75	45	75	107	66	48	75	112
Mittlere resultirende Windrichtung	N 292°37′				N 292°58′				N 270°0′				N 256°48′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	WNW				WNW				W				WzS			
6. Beobachtungsstation Kremsmünster.																
Vertheilung der Windrichtungen	31	119	8	148	26	95	7	172	26	111	5	162	23	101	7	169
Mittlere resultirende Windrichtung	N 308°25′				N 283°52′				N 292°23′				N 283°14′			
Vulgäre Bezeichnung derselben	NWzW				WzN				WNW				WzN			

Stellen wir diese berechneten mittleren Windrichtungen mit den entsprechenden Erhebungen für die Wärmeabnahme um 1° R. zusammen, se bemerken wir: 1. grössere Wärme in der Höhe zur Winterszeit dort, wo in der Tiefe der kalte Passat weht (südnorische und carnische Alpen — siehe Udine und Triest). 2. Verhältnissmässig rasche Wärmeabnahme im Winter dort, wo, nach der Lage der Windresultirenden zu schliessen, in dieser Jahreszeit der warme Passat vorwaltet (beide Südseiten der rhätischen und beide Nordseiten der norischen Alpen). 3. Die langsamste Wärmeabnahme im Herbste in den meisten Alpen-

theilen, weil unter den drei wärmeren Jahreszeiten fast allenthalben im Herbste die kälteste Windrichtung in der Tiefe dominirt. Wo dies nicht der Fall, wie in den nordost-norischen Alpen, da sehen wir auch die langsamste Wärmeabnahme auf den Sommer übergehen, dessen mittlere Windlage hier die kälteste ist. 4. Die rascheste Wärmeabnahme findet unter den drei wärmeren Jahreszeiten beinahe überall — und namentlich im Hauptmittel für das ganze Gebiet der Ostalpen — im Frühjahr Statt, weil um diese Zeit die mittlere resultirende Windrichtung wieder eine weit wärmere ist als im Herbste (siehe Mailand, Udine, Gratz). Und auch in diesem Falle treten Ausnahmen dort hervor, wo die Windresultante eine kältere Richtung anzeigt (Wien, Kremsmünster). 5. Im Sommer hat die mittlere Windrichtung während der drei genannten Jahreszeiten beinahe in allen Gegenden die wärmste Lage, wesshalb auch im Sommer die rascheste Wärmeabnahme mit wachsender Höhe bemerkt werden sollte. Dies ist jedoch nicht der Fall, was nichts anderes beweist, als dass die übrigen meteorologischen Factoren zu dieser Jahreszeit von so grosser Wirkung sind, um die Abnahme der Temperatur nach oben in der Art zu verändern, wie es durch die Tabellen unbestreitbar nachgewiesen ist.

g) Es dürfte vielleicht möglich sein, aus diesen Tabellen die beiläufige Höhe jener Fläche aufzufinden, längs welcher beide Passate am längsten und häufigsten an einander grenzen. Dies kann natürlich nur mit Aussicht auf Erfolg versucht werden, wo die Beobachtungen einen grösseren Höhenraum umfassen und wo die Beobachtungsstationen nahe genug bei einander liegen.

Ich bin nun der Ansicht, dass diese Grenzfläche beider Passate dort anzunehmen sein wird, wo die Höhen für die Temperaturänderung um 1°, entweder in dem einen oder anderen Sinne, einen raschen, sprungweisen Übergang zeigen. Denn es wird offenbar die Änderung jener Erhebungswerthe dort am grössten sein, wo die Änderung der Temperatur am grössten ist.

Ist diese Ansicht richtig, so liegt die Grenze zwischen dem kalten und warmen Passat in den verschiedenen Alpentheilen sehr ungleich hoch; nachfolgende kleine Tabelle zeigt die Resultate dieser Untersuchung.

Tabelle über die Höhe der Grenze zwischen beiden Passaten.

	Höhe dieser Grenze in P. F. in den Monaten												Jahr
	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
Westlicher Südabhang der rhätischen Alpen	6600	6600	5800	5800	5800	5000	5000	5000	5000	5000	7200	7200	5800
Östlicher Südabhang der rhätischen Alpen [1]	4000	4000	4500	4500	4500	4500	—	—	6000	6000	4000	4000	4600
Westlicher Südabhang der norischen Alpen	4500	4500	4400	4400	4800	4650	4650	4800	4400	4800	4500	4500	4600
Carnische Alpen	4000	4000	4200	3800	4200	3800	4200	4000	3900	3500	3000	4000	4000
Mittelhöhe	4800	4800	4700	4600	4800	4500	4500	4600	4800	4800	4800	4900	4700

Ich wiederhole, dass diese Zahlen nur approximative Werthe darstellen sollen, was übrigens bei diesem Gegenstande im besten Falle kaum anders sein kann.

8. Diese Ableitung gewisser Temperaturänderungen von den herrschenden Winden kann jedoch keineswegs alle in dieser Hinsicht auftretenden Phänomene erklären; sie hat blos den Zweck gehabt zu zeigen, dass alle grösseren klimatischen Verschiedenheiten in verhältnissmässig naheliegenden Gegenden von den vorwaltenden Windrichtungen abhängig sind.

[1] Für Juli und August ist wegen mangelnder Daten keine Bestimmung möglich gewesen.

Andere bisher noch nicht erwähnte Eigenthümlichkeiten in dem Gange der Temperaturänderungen mit wachsender Höhe während der jährlichen Periode sind: die fast in allen Alpensectionen und in allen Höhenschichten nachgewiesene raschere Wärmeabnahme in den Monaten April oder Mai, die Verlangsamung derselben zur Sommerszeit im Allgemeinen, insbesondere aber im Juli, und die abermalige raschere Abnahme im October oder November [1]). Die Abhängigkeit dieser Erscheinungen von der herrschenden Windrichtung ist wohl nur theilweise zu ermitteln gewesen.

Die raschere Temperaturabnahme im Mai lässt sich am Einfachsten durch den in diesem Monate auf seinem Maximum stehenden Unterschied der meteorologischen Zustände zwischen den tieferen und höheren Lagen des Gebirges erklären. Im April oder Mai ist der Boden in der Tiefe seiner Schneehülle bereits ledig geworden; der Boden ist sonach wieder zu einer kräftigen Insolation geeignet, während die in ihrer Dichtigkeit nur wenig verminderte, im Dampfgehalt aber reicher gewordene Atmosphäre die Absorption der bereits steil einfallenden Sonnenstrahlen beträchtlich fördert, so zwar, dass im Mai die durch alle diese Factoren erzeugte Wärmemenge bereits nur mehr wenige Grade von dem höchsten Monatsmittel des Jahres absteht. Im höheren Gebirge aber herrscht um diese Zeit noch der eisige Winter vor. Der Boden ist noch mit reichlichem Schnee bedeckt und ein grosser Theil der entstehenden Wärme wird durch den Schmelzprocess des Schnees und Eises und die rasche Verdunstung desselben aufgezehrt. Durch alle diese Umstände wird der Temperaturunterschied zwischen der Höhe und Tiefe und daher auch die relative Wärmeabnahme nothwendig auf ein hohes Mass gebracht.

In den Sommermonaten hingegen sind auch die höheren Theile des Gebirges schneefrei geworden, so dass jetzt auch da, namentlich an südlich exponirten und dem einfallenden Sonnenlichte oft senkrecht sich entgegenstellenden Abhängen eine selbstständige Entwickelung der Wärme stattfinden kann. Überdies führt der aus der Tiefe aufsteigende, und im Juli auf der Höhe seiner Intensität stehende warme Luftstrom die hohe Temperatur der unteren Gegenden so kräftig in die Höhe, dass die Wärmebindung durch Verdünnung der Luft ohne Zweifel hinter dem Maasse zurückbleibt, welches der Höhe entspricht, die die Luft jetzt erreicht. Hierdurch nähern sich die Temperaturen der höheren und tieferen Gegenden, und es muss desshalb die relative Wärmeabnahme nach oben eine langsamere werden.

Die erneuerte Beschleunigung dieser Wärmeverminderung mit zunehmender Höhe im October oder November — eine Erscheinung, die in den rhätischen und am westlichen Südhange der norischen Alpen consequent, in den carnischen und übrigen Theilen der norischen Alpen nur in einzelnen Höhenzonen und Gegenden auftritt, im Haupttotale für die gesammten Ostalpen jedoch nicht wahrzunehmen ist — findet ihre Erklärung in der gerade in diesen Monaten

---

[1]) Es ist auffallend, dass die den einzelnen Monaten entsprechenden Höhenwerthe, welche von d'Aubuisson aus dem Vergleiche der Temperaturen von Genf und dem Hospitium auf dem grossen St. Bernhardsberge berechnet wurden, gerade den entgegengesetzten Gang einhalten. Diese Werthe sind nämlich:

Jänner	221 Met.	Juli	132 Met.
Februar	214 „	August	149 „
März	219 „	September	164 „
April	211 „	October	241 „
Mai	222 „	November	201 „
Juni	210 „	December	246 „

(Siehe Munke im Gehler III. S. 1013.) Hier fallen also die grössten Zahlen auf den October und December, die kleinsten auf den Juli und August; ein secundäres Maximum fällt ferner auf den Mai und ein secundäres Minimum auf den November.

auf dem Maximum stehenden Bewölkung. Die Wolkenhülle, die jetzt wie ein schützendes Überkleid über dem Lande liegt, hemmt in der Tiefe die Erkaltung des vom Sommer her noch immer warmen Bodens, während sie den höheren Lagen, wo eben die Wolkenbildung stattfindet, den erwärmenden Einfluss der Sonne entzieht. Der Übergang der Wasserdämpfe in den sichtbaren Zustand macht zwar in der Höhe eine Menge Wärme frei, aber grösser noch muss diese Wärmeentbindung in der Tiefe sein, wo die Condensation der Dämpfe zu Wasser weit häufiger und in reichlicherem Masse vor sich geht, als in der Höhe.

Ausserdem fällt im höheren Gebirge während der beiden späteren Herbstmonate, in Folge der allgemeinen Depression der Temperatur, der Schnee zuerst in so bedeutender Menge, dass er durch die noch übrige Wärme dieser Monate nicht mehr aufgezehrt werden kann, was besonders in den südrhätischen und südnorischen Alpen, welche bekanntlich der hyetographischen Herbstprovinz angehören, der Fall ist. Dadurch wird nun eine rasche und nachhaltige Abkühlung der Atmosphäre hervorgebracht, während in der Tiefe die Temperatur ungefähr das Jahresmittel erreicht. Endlich hat jetzt der aufsteigende warme Luftstrom den grössten Theil seiner Intensität bereits verloren, und es ist somit auch die Verbreitung der Wärme von den unteren Luftschichten zu den höheren durch Mittheilung eine weit geringere.

Hiedurch aber wird es klar, dass in den späteren Herbstmonaten der Temperaturunterschied zwischen der Tiefe und Höhe in vielen Gegenden ein grösserer, und daher auch die Temperaturabnahme nach aufwärts eine raschere werden muss.

An die Aufgabe, die ich im Vorstehenden zu lösen versuchte, schliessen sich naturgemäss die Fragen um die Lage der jährlichen und monatlichen Höhenisothermen, um die Höhe des Nullpunktes der Temperatur und um die Höhe der unteren Grenze des ewigen Schnees an. Die zur Beantwortung dieser Fragen erforderlichen Rechnungsgrundlagen liegen grossentheils in dieser Abhandlung vor, ihre Benützung aber will ich mir für eine spätere Zeit vorbehalten.

ÜBER
DIE TRANSVERSALEN SCHWINGUNGEN BELASTETER STÄBE.

VON

FERDINAND LIPPICH,

ASSISTENT AN DER UNIVERSITÄTS-LEHRKANZEL DER PHYSIK ZU PRAG.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 31. OCTOBER 1861.

I. Theoretische Herleitung der nothwendigen Relationen.

Ein elastischer Stab wird im Allgemeinen seine Schwingungsdauer verändern, wenn in irgend einem Punkte desselben eine träge Masse befestiget wird. Dabei sollen die, die Bewegung unterhaltenden Elasticitätskräfte nicht geändert, das Gewicht der angehängten Masse nicht berücksichtiget werden, so dass also nur eine grössere Masse durch dieselben Kräfte in Bewegung erhalten ist. Dann kann aber diese Änderung der Schwingungsdauer nur in einer Vergrösserung derselben bestehen, die gleichen Stellenzeiger der Tonhöhen [1]) in dem belasteten und unbelasteten Stab vorausgesetzt.

Der Einfluss der angehängten Masse wird aber nicht nur von ihrer Grösse, sondern auch von ihrer Vertheilung und der Lage ihres Befestigungspunktes abhängen, und es soll die Aufgabe der folgenden Untersuchung sein, die bei dem Problem schwingender Stäbe in Frage gestellten Grössen auch in ihrer Abhängigkeit von den eben genannten Umständen darzustellen.

Es seien x, y, die Coordinaten irgend eines Punktes der Mittellinie des Stabes zur Zeit t, und die Bewegung der einzelnen Punkte erfolge in der Ebene (XY). Die Länge des Stabes sei mit l bezeichnet und m das Massenelement um den Punkt (x, y); φ die Fläche des Querschnittes, δ die Dichte, ρ das erforderliche Gewicht um die Länge eines solchen Stabes zu verdoppeln, endlich τ das Trägheitsmoment des Querschnittes in Bezug auf die durch seinen Schwerpunkt gehende, auf der Ebene (XY) senkrechte Gerade, beziehen sich gleichfalls auf den Punkt (x, y). Für den in seiner Ruhelage als geradlinig, oder doch nur sehr wenig

[1]) Bezeichnet man mit T_1, T_2, T_3 . . . die auf einander folgenden Tonhöhen, die ein Stab überhaupt geben kann, so sind 1, 2, 3, die Stellenzeiger derselben.

gekrümmten Stab, mit der Axe der x zusammenfallend gedacht, gelangt man durch Anwendung des d'Alembert'schen Princips bekanntlich zu der Bewegungsgleichung:

$$1)\qquad \frac{q}{\varphi}\tau \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} = -\Sigma_x^l m' \frac{d^2 y'}{dt^2}(x'-x)$$

wenn x', y', m' sich auf Punkte beziehen, für welche $x' > x$, und keine äussern Kräfte auf den Stab wirken. In dieser Summe hat man aber bei vorliegendem Falle zwei Partien zu unterscheiden, die von einander getrennt werden müssen: 1. den eigentlichen Stab, dessen Querschnitt und Dichte constant verausgesetzt wird; 2. die an den Stab befestigte Masse $\mathfrak{M}$ mit den Coordinaten a, b, ihres Befestigungspunktes, und den Coordinaten $\mathfrak{x}$, $\mathfrak{y}$ irgend eines Massenelementes $\mathfrak{m}$. Dieser Theil wird in seinen einzelnen Punkten im Gegensatze zu dem früheren von keinen Elasticitätskräften angegriffen.

Indem man Kürze halber setzt:

$$2)\qquad \frac{q\tau}{\delta\varphi \cdot \varphi} = g \cdot \frac{lq}{\varphi p'} \cdot \tau = \gamma^2$$

wo g die Acceleration der Schwere, und p' das Gewicht des Stabes bedeutet, wird aus Gleichung 1) in der Summe die beiden Theile berücksichtigend:

$$\gamma^2 \frac{d^2 y}{dx^2} = -\int_x^l \frac{d^2 y'}{dt^2}(x'-x)\,dx' - \frac{1}{\delta\varphi}\Sigma\mathfrak{m} \cdot \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2}(\mathfrak{x}-x).$$

Diese Bewegungsgleichung wurde aber, wie oben bemerkt, aus der Gleichgewichtsbedingung erhalten, für welche es nothwendig, aber auch hinreichend ist, wenn das Moment der Kräfte, die die beiden unendlich nahen Querschnitte des Stabes bei (xy) parallel zu stellen suchen, gleich ist der Summe der Momente der den Stab in den einzelnen Punkten angreifenden Kräfte, für welche $x' > x$, und der ganze Theil von $x = 0$ bis $x = x$, als fest und unbeweglich angesehen wird.

Erinnert man sich dessen, so sieht man sofort, dass für alle jene Punkte, für welche man $x > a$ hat, die zweite Summe verschwinden muss, und daher, indem man zur besseren Unterscheidung, die auf solche Punkte bezüglichen Grössen μ, ξ, η nennt, für die obige Gleichung folgende zwei zu schreiben sind:

$$3)\; x \leqq a,\quad \gamma^2 \frac{d^2 y}{dx^2} = -\int_x^a \frac{d^2 y'}{dt^2}(x'-x)\,dx' - \int_a^l \frac{d^2\eta'}{dt^2}(\xi'-x)\,d\xi' - \frac{1}{\delta\varphi}\Sigma\mathfrak{m} \cdot \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2}(\mathfrak{x}-x)$$

$$4)\; x \geqq a,\quad \gamma^2 \frac{d^2 y}{d\xi^2} = -\int_\xi^l \frac{d^2\eta'}{dt^2}(\xi'-\xi)\,d\xi'.$$

Differentiirt man diese Gleichungen nach x und ξ, so sieht man, dass die von der Veränderlichkeit der untern Grenze herrührenden Glieder verschwinden, indem man darin $x' = x$ und $\xi' = \xi$ zu setzen hat. Es wird somit

$$\gamma^2 \frac{d^3 y}{dx^3} = \int_x^a \frac{d^2 y'}{dt^2} x'\,dx' + \int_a^l \frac{d^2\eta'}{dt^2}\xi'\,d\xi' + \frac{1}{\delta\varphi}\Sigma\mathfrak{m} \cdot \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2}\mathfrak{x}$$

$$\gamma^2 \frac{d^3\eta}{d\xi^3} = \int_\xi^l \frac{d^2\eta'}{dt^2}\xi'\,d\xi'$$

und wenn man ein zweites Mal nach x differentiirt, wird, da nur die von der Veränderlichkeit der untern Grenze herrührenden Glieder übrig bleiben

$$5) \qquad \gamma^2 \frac{d^4y}{dx^4} = -\frac{d^2y}{dt^2}, \quad \gamma^2 \frac{d^4\eta}{d\xi^4} = -\frac{d^2\eta}{dt^2}.$$

Beide Theile des Stabes ergeben somit dieselben Differentialgleichungen, von deren Integration die Lösung des Problems abhängt, die sich ausserdem in Nichts von denjenigen unterscheiden, die man bei Betrachtung von unbelasteten Stäben erhalten haben würde. Ihre Integration geschieht demnach auf die bereits bekannte Weise, und die Constanten folgen aus den Bedingungen, wie sie für gewisse Punkte gegeben sind. Eben diese Bedingungen sind verschieden für die beiden Theile des Stabes, in Folge dessen sich die Integrale von 3) und 4) in den Constanten von einander unterscheiden werden.

Übergehend zur Bestimmung dieser Constanten, seien zunächst die aus 5) gezogenen Ausdrücke für y und η

$$y = g \sin \gamma s^2 t + h \,.\, \cos \gamma s^2 t,$$

$$6) \qquad \begin{aligned} g &= A \sin sx + A' \cos sx + \frac{1}{2} B\,(e^{sx} - e^{-sx}) + \frac{1}{2} B'\,(e^{sx} + e^{-sx}),\\ h &= C \sin sx + C' \cos sx + \frac{1}{2} D\,(e^{sx} - e^{-sx}) + \frac{1}{2} D'\,(e^{sx} + e^{-sx}),\end{aligned}$$

$$\eta = g' \sin \gamma\sigma^2 t + h' \,.\, \cos \gamma\sigma^2 t,$$

$$7) \qquad \begin{aligned} g' &= L \sin \sigma\xi + L' \cos \sigma\xi + \frac{1}{2} M\,(e^{\sigma\xi} - e^{-\sigma\xi}) + \frac{1}{2} M'\,(e^{\sigma\xi} + e^{-\sigma\xi}),\\ h' &= P \sin \sigma\xi + P' \cos \sigma\xi + \frac{1}{2} Q\,(e^{\sigma\xi} - e^{-\sigma\xi}) + \frac{1}{2} Q'\,(e^{\sigma\xi} + e^{-\sigma\xi}),\end{aligned}$$

ferner werde vorausgesetzt, um für den am häufigsten vorkommenden Fall die Auflösung zu geben, der Stab sei an dem einen Endpunkt, für welchen $x = 0$, $y = 0$ genommen wird, eingeklemmt, so dass man sogleich für diesen Punkt die für jeden Zeitaugenblick zu erfüllende Bedingung hat:

$$8) \qquad x = 0, \quad y = 0, \quad \frac{dy}{dx} = 0.$$

Setzt man in Gleichung 3) und in ihrer nach x genommenen Ableitung $x = a$, so hat man weiter die für jedes t geltenden Relationen:

$$9) \quad x = a,\ \gamma^2 . \frac{d^3y}{dx^2} = -\int_a^l \frac{d^2\eta'}{dt^2} (\xi' - a)\, d\xi' - \frac{1}{\delta\varphi} \Sigma\mathfrak{m} . \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} (\mathfrak{x} - a);\ \gamma^2 \frac{d^3y}{dx^3} = \int_a^l \frac{d^2\eta'}{dt^2}\, d\xi' + \frac{1}{\delta\varphi} \Sigma\mathfrak{m} \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2}.$$

Geht man jetzt auf den zweiten Theil des Stabes über, der ganz getrennt von dem ersten betrachtet wurde, so hat man für $x = \xi = a$ solche Bedingungen zu setzen, die die in der Wirklichkeit nicht aufhörende Continuität im Punkte (a, b) ausdrücken, diese sind aber

$$10) \qquad x = \xi = a, \quad y = \eta, \quad \frac{dy}{dx} = \frac{d\eta}{d\xi}.$$

Endlich wird man für das Ende des Stabes, da dieses keine äussern Kräfte angreifen sollen, noch setzen müssen:

$$\text{11)} \qquad \xi = l, \quad \gamma^2 \frac{d^2\eta}{d\xi^2} = 0 \quad \gamma^2 \frac{d^3\eta}{d\xi^3} = 0.$$

Die Grössen s und σ, von denen die Schwingungsdauer abhängig ist, wurden bis jetzt als von einander verschieden angenommen. Man sieht aber leicht ein, dass eine solche Annahme mit den Bedingungen 10) im Widerspruche steht, sobald man die Schwingungsweise der obern Theile des Stabes ganz allgemein und ohne weitere Bedingung annehmen würde.

In der That ist es unmöglich, dass zwei Punkte, die ihre Schwingung in verschiedenen Zeiten vollenden, für jedes t sich zugleich an demselben Orte befinden, und wenn man die Gleichungen 10) zweimal nach t differentiirt, so erhält man z. B. aus einer derselben

$$\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)_a = \left(\frac{d^2\eta}{dt}\right)_a$$

aber es ist

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\gamma^2 s^4 y \quad ; \quad \frac{d^2\eta}{dt^2} = -\gamma^2\sigma^4\eta$$

woraus wegen $y = \eta$ sogleich folgt

$$s = \sigma,$$

und man hat obige Behauptung auch aus den Bedingungsgleichungen erwiesen.

Allein dieses zeigt nur, dass die Punkte von $x = a$ bis $x = l$ Schwingungen vollführen, die gleiche Dauer mit denen der Punkte von $x = 0$ bis $x = a$ haben, stellt aber die Möglichkeit nicht in Abrede, dass ausserdem noch eine andere Schwingung gleichzeitig und blos in dem oberen Theil des Stabes stattfinde. Denn macht man die Annahme, es habe η die Form

$$\eta = g' \sin\gamma s^2 t + h' \cos\gamma s^2 t + g'' . \sin\gamma\sigma^2 t + h'' \cos\gamma\sigma^2 t$$

was immer erlaubt ist, da der Differentialgleichung eine Summe ähnlicher Ausdrücke wie 7) genügt, und es sei für $\xi = a$, $g'' = 0$ und $h'' = 0$, dessgleichen: $\frac{dg''}{d\xi} = 0$ und $\frac{dh''}{d\xi} = 0$, so wird man vollständig den Bedingungen 10) genügen, obwohl für $\xi > a$ die obigen Ausdrücke endliche Werthe annehmen.

Es ist zwar im Vorhinein klar, dass in einem Theil des Stabes nicht eine Schwingungsweise existiren kann, ohne sich sogleich über seine ganze Länge zu verbreiten, jedoch der Vollständigkeit wegen mag auch dieses aus den aufgestellten Bedingungen erwiesen werden.

Zu diesem Zwecke wird man die erste der Gleichungen 9) wählen. Bedenkt man, dass die Punkte der Masse $\mathfrak{M}$ übereinstimmend mit denen der untern Theile des Stabes schwingen, so lässt sich diese Gleichung unter obiger Annahme von η auf die Form bringen

$$\left\{\gamma^2\left(\frac{d^2g}{dx^2}\right)_a - \gamma^2 s^4 \int_a^l g'(\xi'-a)\,d\xi' - \gamma^2 s^4 R\right\} \sin\gamma s^2 t - \left\{\gamma^2\left(\frac{d^2h}{dx^2}\right) - \gamma^2 s^4 \int_a^l h'(\xi'-a)\,d\xi' - \gamma^2 s^4 S\right\} \cos\gamma s^2 t =$$

$$= \gamma^2\sigma^4 \int_a^l g''(\xi'-a)\,d\xi' . \sin\gamma\sigma^2 t + \gamma^2\sigma^4 \int_a^l h''(\xi'-a)\,d\xi' . \cos\gamma\sigma^2 t$$

wo die Bedeutung von R und S, die von der Zeit unabhängig, leicht erkannt wird. Differentiirt man diese Gleichung zweimal nach t und dividirt das Resultat durch dieselbe, so erhält man wieder

$$s = \sigma$$

so lange die im rechten Theil stehenden bestimmten Integrale nicht verschwinden, denn dann wäre aus obiger Gleichung das σ nicht bestimmbar. Allein die Integrale

$$\int_a^l g''(\xi - a)\, d\xi' \quad ; \quad \int_a^l h''(\xi - a)\, d\xi'$$

können nie der Nulle gleich werden, denn sie würden ausdrücken, dass die Schwerpunkte der Flächen, die von den Curven $\eta' = g''$ und $\eta' = h''$ eingeschlossen, und von $(\xi' - a) = (l - a)$ bis $(\xi' - a) = 0$ genommen sind, die Abscissen a haben, also in die eine sie begrenzende Ordinate fallen, was unmöglich ist.

Man hat daher nach Allen diesem immer zu setzen

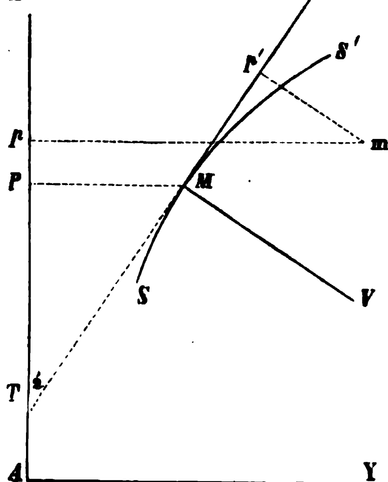
$$s = \sigma \tag{12}$$

und es genügt für y und η gleichzeitig dieselbe Form, am einfachsten nur ein Glied, wie in 6) und 7) anzunehmen.

Bevor man jedoch zur Substitution der aus 6), 7) und 12) genommenen Werthe von y, η und deren Ableitungen übergehen kann, nämlich in Gleichung 8) bis 11), müssen noch die auf die Masse $\mathfrak{M}$ bezüglichen Summen in eine zur weitern Behandlung geeignetere Form gebracht werden. Um dieses zu leisten, werde für die Masse $\mathfrak{M}$ ein neues Coordinatensystem eingeführt, dessen Axen immer dieselbe relative Lage gegen die Punkte derselben einnehmen.

Die Masse $\mathfrak{M}$ wird aber als blos in dem Punkte (a, b) mit der Mittellinie des Stabes, oder vielmehr mit dem durch (a, b) gehenden Querschnitte desselben, als fest verbunden angenommen, und dieses ist demnach eine, ihre Lage in Bezug auf $\mathfrak{M}$ nicht ändernde Ebene.

Die Durchschnittslinie dieser Ebene mit (X, Y) oder der Schwingungsebene des Stabes sei die Axe der v, die auf v senkrechte, in der Ebene (XY) gelegene Gerade, oder die Tangente an die Curve der sich bewegenden Mittellinie im Punkte (a, b) sei die Axe der u, die Axe der w demnach senkrecht auf (u, v) oder $Eb.(XY)$ im Punkte (a, b) gezogen.



In beistehender Figur ist XAY die Schwingungsebene, SS' ein Theil der Mittellinie zur Zeit t, M der Durchschnittspunkt von SS mit dem fest mit der Masse $\mathfrak{M}$ verbundenen Querschnitt, dessen Trace auf der Ebene (XY) MV ist; $\mathfrak{m}$ die Projection eines Massenelementes von $\mathfrak{M}$ auf $Eb.(XY)$ oder (UV), also:

$$\begin{aligned} Ap &= \mathfrak{x}, & \mathfrak{m}p &= \mathfrak{y} \\ Mp' &= u, & \mathfrak{m}p' &= v \\ AP &= a, & MP &= b \end{aligned}$$

und wenn man unter $\frac{db}{da}$ dasjenige versteht, was aus $\frac{dy}{dx}$ wird, wenn man darin $x = a$ setzt, so ist noch

$$\operatorname{tng} i = \frac{db}{da}$$

woraus dann sofort erfolgt

$$\mathfrak{x} = a + u \cos i - v \sin i, \qquad \mathfrak{y} = b + u \sin i + v \cos i$$

oder, das Bogenelement in (a, b) mit dl bezeichnend

$$\mathfrak{x} = a + u \frac{da}{dl} - v \frac{db}{dl} \;; \quad \mathfrak{y} = b + u \frac{db}{dl} + v \frac{da}{dl}.$$

Da aber schon oben ds mit dx verwechselt wurde, wird man mit demselben Rechte auch hier $da = dl$ setzen, und daher

$$\mathfrak{x} = a + u - v \frac{db}{da} \qquad \mathfrak{y} = b + u \frac{db}{da} + v$$

woraus weiter folgt, weil u und v von t unabhängig sind

$$13) \qquad \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} = \frac{d^2b}{dt^2} + u \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da}$$

dieses mit

$$(\mathfrak{x} - a) = u - v \cdot \frac{db}{da}$$

multiplicirt gibt

$$14) \qquad (\mathfrak{x} - a) \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} = u \frac{d^2b}{dt^2} + u^2 \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da} - v \frac{db}{da} \cdot \frac{d^2b}{dt^2} - uv \frac{db}{da} \cdot \frac{d^2}{dt^2} \frac{db}{da}.$$

Diese Werthe aus 13) und 14) zugleich mit $\mathfrak{m} = dm$ in die entsprechenden Ausdrücke 9) gesetzt, ergeben für die dortigen Summen:

$$\Sigma \mathfrak{m} \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} (\mathfrak{x} - a) = \frac{d^2b}{dt^2} \int u\, dm + \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da} \int u^2 dm - \frac{db}{da} \cdot \frac{d^2b}{dt^2} \cdot \int v \,.\, dm - \frac{db}{da} \cdot \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da} \int uv \,.\, dm$$

$$\Sigma \mathfrak{m} \cdot \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} = \frac{d^2b}{dt^2} \int dm + \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da} \int u\, dm.$$

Diese Integrale haben sehr bekannte Werthe, und bedenkt man weiter, dass b und $\frac{db}{da}$ sehr kleine Grössen sind, so dass $b \frac{db}{da}$ und $\left(\frac{db}{da}\right)^2$ mit $\int dm . v$ und $\int dm . uv$ multiplicirt gegen die übrigen Glieder vernachlässigt werden können, und zwar um so mehr, je symmetrischer der Körper in Bezug auf die Mittellinie und die Ebene (XY) gestaltet ist, so kann man, mit $\mathfrak{U}$ die Coordinate des Schwerpunktes und durch $\mathfrak{T}$ das Trägheitsmoment der Masse $\mathfrak{M}$ in Bezug auf eine durch M gehende, und auf der Ebene der (uv) senkrechten Geraden bezeichnend, setzen

$$15) \qquad \Sigma \mathfrak{m} \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} (\mathfrak{x} - a) = \mathfrak{M}\mathfrak{U} \frac{d^2b}{dt^2} - \mathfrak{T} \cdot \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da}$$

$$16) \qquad \Sigma \mathfrak{m} \cdot \frac{d^2\mathfrak{y}}{dt^2} = \mathfrak{M} \frac{d^2b}{dt^2} + \mathfrak{M}\mathfrak{U} \cdot \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{db}{da}.$$

Nun kann man auch an die weitere Entwickelung der oben aufgestellten Bedingungsgleichungen schreiten. Man hat zunächst wegen Gleichung 12)

$$y = g \sin \gamma s^2 t + h \,.\, \cos \gamma s^2 t, \quad \eta = g' \sin \gamma s^2 t + h' \cos \gamma s^2 t$$

$$17) \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = -\gamma^2 s^4 (g \sin \gamma s^2 t + h \cos \gamma s^2 t), \; \frac{d^2 \eta}{dt^2} = -\gamma^2 s^4 (g' \sin \gamma s^2 t + h' \cos \gamma s^2 t).$$

Ferner weil s eine, auch von x und ξ unabhängige Grösse bedeutet:

$$18) \quad \begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= \frac{dg}{dx} \sin \gamma s^2 t + \frac{dh}{dx} \cos \gamma s^2 t & \frac{d\eta}{d\xi} &= \frac{dg'}{d\xi} \sin \gamma s^2 t + \frac{dh'}{d\xi} \,.\, \cos \gamma s^2 t \\ \frac{d^2 y}{dx^2} &= \frac{dg^2}{d^2\eta} \sin \gamma s^2 t + \;.\;.\;.\;. & \frac{d^2\eta}{d\xi^2} &= \frac{d^2 g'}{d\xi^2} \sin \gamma s^2 t + \;.\;.\;.\;. \\ \frac{d^3 y}{dx^3} &= \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. & \frac{d^3\eta}{d\xi^3} &= \;.\;.\;.\;. \end{aligned}$$

$$19) \quad \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{d'y}{dx} = -\gamma^2 s^4 \left(\frac{dg}{dx} \sin \gamma s^2 t + \frac{dh}{dx} \cos \gamma s^2 t \right).$$

Denkt man sich die Substitutionen von 17), 18), 19) in die Gleichungen 8), 9), 10) und 11) ausgeführt, so bemerkt man, dass, da $\sin \gamma s^2 t$ und $\cos \gamma s^2 t$ vor das Integralzeichen kommen, nur solche, mit diesen Grössen multiplicirte Glieder vorkommen. Allein die Bedingungsgleichungen enthalten nur die zweiten Ableitungen von t, in welchen wieder nur die g und g' und deren Ableitungen nach x mit $\sin \gamma s^2 t$, die h und h' und deren Ableitungen nach x aber mit $\cos \gamma st$ multiplicirt erscheinen.

Sollen aber diese Bedingungen für jeden Zeitaugenblick erfüllt sein, so müssen sowohl die Summen der mit $\sin \gamma s^2 t$, als auch die Summen der mit $\cos \gamma s^2 t$ multiplicirten Glieder, jede für sich der Nulle gleich sein. Nach allen diesem zerfällt also jede Bedingungsgleichung in zwei neue, die einfach dadurch erhalten werden, dass man einmal

$$g, \; -\gamma^2 s^4 g, \; \frac{dg}{dx}, \; \frac{d^2 g}{dx^2}, \; \frac{d^3 g}{dx^3}, \; -\gamma^2 s^4 \frac{dg}{dx}, \qquad g', \; -\gamma^2 s^4 g', \; \frac{dg'}{d\xi}, \; \frac{d^2 g'}{d\xi^2}, \; \frac{d^3 g'}{d\xi^3}$$

das andere Mal aber

$$h, \; -\gamma^2 s^4 h, \; \frac{dh}{dx}, \; \frac{d^2 h}{dx^2}, \; \frac{d^3 h}{dx^3}, \; -\gamma^2 s^4 \frac{dh}{dx}, \qquad h', \; -\gamma^2 s^4 h', \; \frac{dh'}{d\xi}, \; \frac{d^2 h'}{d\xi^2}, \; \frac{d^3 h'}{d\xi^3}$$

an die Stelle von

$$y, \quad \frac{d^2 y}{dt^2}, \; \frac{dy}{dx}, \; \frac{d^2 y}{dx^2}, \; \frac{d^3 y}{dx^3}, \quad \frac{d^2}{dt^2} \cdot \frac{dy}{dx}, \qquad \eta, \quad \frac{d^2\eta}{dt^2}, \; \frac{d\eta}{d\xi}, \; \frac{d^2\eta}{d\xi^2}, \; \frac{d^3\eta}{d\xi^3}$$

setzt, so dass man folgende Gleichungen erhält:

$$20) \quad x = 0; \qquad g = 0; \; h = 0$$

$$\frac{dg}{dx} = 0 \quad ; \quad \frac{dh}{dx} = 0$$

$$21) \quad x = a; \quad \begin{aligned} \frac{d^2 g}{dx^2} &= s^4 \int_a^l g' (\xi' - a) \, d\xi' + \frac{s^4}{\delta\varphi} \left(\mathfrak{M}\mathfrak{U} g + \mathfrak{T} \,.\, \frac{dg}{dx} \right) \\ \frac{d^2 h}{dx^2} &= s^4 \int_a^l h' (\xi' - a) \, d\xi' + \frac{s^4}{\delta\varphi} \left(\mathfrak{M}\mathfrak{U} h + \mathfrak{T} \,.\, \frac{dh}{dx} \right) \end{aligned}$$

$$21)\quad \begin{aligned} \frac{d^3h}{dx^3} &= -s^4\int_a^l g'd\xi' - \frac{s^4}{\delta\varphi}\left(\mathfrak{M}g + \mathfrak{M}\mathfrak{U}\frac{dg}{dx}\right)\\ \frac{d^3h}{dx^3} &= -s^4\int_a^l h'd\xi' - \frac{s^4}{\delta\varphi}\left(\mathfrak{M}h + \mathfrak{M}\mathfrak{U}\frac{dh}{dx}\right)\end{aligned}$$

$$x = \xi = a \qquad g = g' \qquad h = h'$$

$$22)\qquad \frac{dg}{dx} = \frac{dg'}{d\xi} \qquad \frac{dh}{dx} = \frac{dh'}{d\xi}$$

$$\xi = l \qquad \frac{d^2g'}{d\xi^2} = 0 \qquad \frac{d^2h'}{d\xi^2} = 0$$

$$23)\qquad \frac{d^3g'}{d\xi^3} = 0 \qquad \frac{d^3h'}{d\xi^3} = 0$$

Es wird genügen, blos einen Theil dieser Gleichungen zu betrachten, z. B. denjenigen, welcher g und g' enthält. In den daraus erhaltenen Formeln wird man nur an die Stelle von $A, A' \ldots LL' \ldots$ zu setzen haben: $C, C' \ldots P, P' \ldots$ um sofort den auf h, h' bezüglichen Relationen zu genügen. Im Folgenden sei es noch erlaubt der kürzeren und übersichtlicheren Schreibweise wegen, die hyperbolischen Functionen einzuführen, also zu setzen:

$$\mathfrak{Sin}\,.\,sx = \frac{1}{2}(e^{sx} - e^{-sx}), \qquad \mathfrak{Cof}\,.\,sx = \frac{1}{2}(e^{sx} + e^{-sx}).$$

Aus den Gleichungen 20) folgt sogleich

$$24)\qquad A' = -B' \qquad A = -B$$

so dass man schreiben kann

$$g = A(\sin sx - \mathfrak{Sin}.\,sx) + A'(\cos sx - \mathfrak{Cof}.\,sx)$$

woraus man die nöthigen Ableitungen findet

$$25)\quad \begin{aligned} \frac{dg}{dx} &= \quad s\,A(\cos sx - \mathfrak{Cof}.\,sx) - s\,A'(\sin sx + \mathfrak{Sin}.\,sx)\\ \frac{d^2g}{dx^2} &= -s^2A(\sin sx + \mathfrak{Sin}.\,sx) - s^2A'(\cos sx + \mathfrak{Cof}.\,sx)\\ \frac{d^3g}{dx^3} &= -s^3A(\cos sx + \mathfrak{Cof}.\,sx) + s^3A'(\sin sx - \mathfrak{Sin}.\,sx)\end{aligned}$$

Die auf g' sich beziehenden Ableitungen werden sein

$$26)\quad \begin{aligned} \frac{dg'}{d\xi} &= \quad s\,(L\cos s\xi - L'\sin s\xi + M\,\mathfrak{Cof}\,.\,s\xi + M'\,\mathfrak{Sin}\,.\,s\xi)\\ \frac{d^2g'}{d\xi^2} &= -s^2(L\sin.s\xi + L'\cos s\xi - M\,\mathfrak{Sin}\,.\,s\xi - M'\,\mathfrak{Cof}\,.\,s\xi)\\ \frac{d^3g'}{d\xi^3} &= -s^3(L\cos s\xi - L'\sin.s\xi - M\,\mathfrak{Cof}\,.\,s\xi - M'\,\mathfrak{Sin}\,.\,s\xi)\end{aligned}$$

und damit kann man sogleich die aus 22) folgenden Bedingungen hinschreiben

$$27)\quad \begin{aligned} &A(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) + A'(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa) = L \sin sa + L' \cos sa + M\, \mathfrak{Sin}\, sa + M'\, \mathfrak{Cos}\, sa \\ &A(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa) - A'(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) = L \cos sa - L' \sin sa + M\, \mathfrak{Cos}\, sa + M'\, \mathfrak{Sin}\, sa \end{aligned}$$

eben so die aus 23) sich ergebenden

$$28)\quad \begin{aligned} &L \sin sl + L' \cos sl - M\, \mathfrak{Sin}\, sl - M'\, \mathfrak{Cos}\, sl = 0 \\ &L \cos sl - L' \sin sl - M\, \mathfrak{Cos}.\, sl - M'\, \mathfrak{Sin}\, sl = 0. \end{aligned}$$

Die Gleichungen 21) führen auf gewisse Integrale, deren Werthe leicht zu erhalten sind, es gibt sie die folgende Tabelle:

$$\int_a^l \sin s\xi' \,.\, d\xi' = -\frac{1}{s}(\cos sl - \cos sa);\quad \int_a^l \cos s\xi' \,.\, d\xi = \frac{1}{s}(\sin sl - \sin sa);$$

$$\int_a^l \mathfrak{Sin}\, s\xi' \,.\, d\xi' = \frac{1}{s}(\mathfrak{Cos}\, sl - \mathfrak{Cos}\, sa);\quad \int_a^l \mathfrak{Cos}\, s\xi' \,.\, d\xi' = \frac{1}{s}(\mathfrak{Sin}\, sl - \mathfrak{Sin}\, sa).$$

$$29)\quad \begin{aligned} &\int_a^l \xi' \sin s\xi' \,.\, d\xi' = \frac{1}{s^2}(\sin sl - \sin sa - sl \cos sl + sa \cos sa); \\ &\int_a^l \xi' \cos s\xi' \,.\, d\xi' = \frac{1}{s^2}(\cos sl - \cos sa + sl \sin sl - sa \sin sa); \\ &\int_a^l \xi'\, \mathfrak{Sin}\, s\xi' \,.\, d\xi' = -\frac{1}{s^2}(\mathfrak{Sin}\, sl - \mathfrak{Sin}\, sa - sl\, \mathfrak{Cos}\, sl + sa\, \mathfrak{Cos}\, sa); \\ &\int_a^l \xi'\, \mathfrak{Cos}\, s\xi' \,.\, d\xi' = -\frac{1}{s^2}(\mathfrak{Cos}\, sl - \mathfrak{Cos}\, sa - sl\, \mathfrak{Sin}\, sl + sa\, \mathfrak{Sin}\, sa). \end{aligned}$$

Die Substitutionen der entsprechenden Ausdrücke in 21) ergeben, wenn man zugleich die Bedingungen 28) berücksichtiget

$$\begin{aligned} 30)\; A(\sin sa + \mathfrak{Sin}\, sa) + A'(\cos sa + \mathfrak{Cos}\, sa) &= L \sin sa + L' \cos sa - M\, \mathfrak{Sin}\, sa - M'\, \mathfrak{Cos}\, sa - \\ &- \frac{s^2}{\delta\varphi}\mathfrak{M}\mathfrak{U}\Big\{A(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) + A'(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa)\Big\} - \\ &- \frac{s^3}{\delta\varphi}\mathfrak{T}\Big\{A(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa) - A'(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa)\Big\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 31)\; A(\cos sa + \mathfrak{Cos}\, sa) - A'(\sin sa + \mathfrak{Sin}.\, sa) &= L \cos sa - L' \sin sa - M\, \mathfrak{Cos}\, sa - M'\, \mathfrak{Sin}\, sa + \\ &+ \frac{s}{\delta\varphi}\mathfrak{M}\Big\{A(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) + A'(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa\Big\} + \\ &+ \frac{s^2}{\delta\varphi}\mathfrak{U}\mathfrak{M}\Big\{A(\cos sa - \mathfrak{Cos}\, sa) - A'(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa\Big\} \end{aligned}$$

Wenn man die erste der Gleichungen 27) sowohl zu 30) addirt, als auch davon abzieht, dasselbe mit der zweiten der Gleichung 27) und 31) macht, so erhält man vier neue Gleichungen, nämlich:

$$32)\quad A\Big\{2 \sin sa + \alpha\Big\} + A'\Big\{2 \cos sa + \alpha'\Big\} = 2L \sin sa + 2L' \cos sa$$

$$33)\quad A\Big\{2\, \mathfrak{Sin}\, sa + \alpha\Big\} + A'\Big\{2\, \mathfrak{Cos}\, sa + \alpha'\Big\} = -2M\, \mathfrak{Sin}\, sa - 2M'\, \mathfrak{Cos}\, sa$$

$$34)\quad A\Big\{2 \cos sa + \beta\Big\} - A'\Big\{2 \sin sa + \beta'\Big\} = 2L \cos sa - 2L' \sin sa$$

$$35)\quad A\Big\{2\, \mathfrak{Cos}\, sa + \beta\Big\} + A'\Big\{2\, \mathfrak{Sin}\, sa - \beta'\Big\} = -2M\, \mathfrak{Cos}\, sa - 2M'\, \mathfrak{Sin}\, sa$$

wo folgende Abkürzungen eingeführt wurden

$$
36)\quad
\begin{aligned}
\alpha &= \frac{s^2}{\delta\varphi}\,\mathfrak{MU}\,(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) + \frac{s^3}{\delta\varphi}\,\mathfrak{T}\,.\,(\cos sa - \mathfrak{Cof}\,.\,sa)\\
\alpha' &= \frac{s^2}{\delta\varphi}\,\mathfrak{MU}\,(\cos sa - \mathfrak{Cof}\,.\,sa) - \frac{s^3}{\delta\varphi}\,\mathfrak{T}\,.\,(\sin sa + \mathfrak{Sin}\,.\,sa)\\
\beta &= -\frac{s}{\delta\varphi}\,\mathfrak{M}\,(\sin sa - \mathfrak{Sin}\, sa) - \frac{s^2}{\delta\varphi}\,\mathfrak{MU}\,(\cos sa - \mathfrak{Cof}\,.\,sa)\\
\beta' &= \frac{s}{\delta\varphi}\,\mathfrak{M}\,(\cos sa - \mathfrak{Cof}\, sa) - \frac{s^2}{\delta\varphi}\,\mathfrak{MU}\,(\sin sa + \mathfrak{Sin}\, sa).
\end{aligned}
$$

Aus der Combination von Gleichung 32) und 34) erhält man L und L', und eben so M und M' aus der Combination von Gleichung 33) und 35) blos durch die Constanten A und A' und die übrigen Grössen, die durch das Problem gegeben sind, wie sie folgen, ausgedrückt:

$$
37)\quad
\begin{aligned}
L &= \frac{A}{2}\,(2 + \alpha \sin sa + \beta \cos sa) + \frac{A'}{2}\,(\alpha' \sin sa - \beta' \cos sa)\\
L' &= \frac{A}{2}\,(\alpha \cos sa - \beta \sin sa) + \frac{A'}{2}\,(2 + \alpha' \cos sa + \beta' \sin sa)\\
M &= \frac{A}{2}\,(-2 + \alpha\, \mathfrak{Sin}\, sa - \beta\, \mathfrak{Cof}\,.\,sa) + \frac{A'}{2}\,(\alpha'\, \mathfrak{Sin}\,.\,sa + \beta'\, \mathfrak{Cof}\,.\,sa)\\
M' &= \frac{A}{2}\,(-\alpha\, \mathfrak{Cof}\,.\,sa + \beta\, \mathfrak{Sin}\, sa) - \frac{A'}{2}\,(2 + \alpha'\, \mathfrak{Cof}\,.\,sa + \beta'\, \mathfrak{Sin}\,.\,sa).
\end{aligned}
$$

Die Gleichungen 28) geben aber noch zwei Relationen zwischen L, L', M, M', die auch erfüllt sein müssen, und die nach ausgeführten Substitutionen von Gleichungen 37) zur Bestimmung von A, A' und s dienen werden. Berücksichtigt man hiebei die Relationen

$$
38)\quad
\begin{aligned}
\mathfrak{Cof}\,.\,sl\;\mathfrak{Cof}\,.\,sa \mp \mathfrak{Sin}\, sl\,.\,\mathfrak{Sin}\, sa &= \mathfrak{Cof}\, s\,(l \mp a)\\
\mathfrak{Sin}\,.\,sl\,\mathfrak{Cof}\,.\,sa \mp \mathfrak{Cof}\,.\,sl\;\mathfrak{Sin}\, sa &= \mathfrak{Sin}\, s\,(l \mp a),
\end{aligned}
$$

so können diese zwei Endgleichungen in folgende Form gebracht werden:

$$
\begin{aligned}
39)\; A &\Big\{2\big(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl\big) + \alpha\big(\cos s\,(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s\,(l-a)\big) + \beta\big(\sin s\,(l-a) + \mathfrak{Sin}\, s\,(l-a)\big)\Big\} =\\
&= -A'\Big\{2\big(\cos sl + \mathfrak{Cof}\,.\,sl\big) + \alpha'\big(\cos s\,(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s\,(l-a)\big) - \beta'\big(\sin s\,(l-a) + \mathfrak{Sin}\, s\,(l-a)\big)\Big\}\\
40)\; A' &\Big\{2\big(\sin sl - \mathfrak{Sin}\, sl\big) + \alpha'\big(\sin s\,(l-a) - \mathfrak{Sin}\, s\,(l-a)\big) + \beta'\big(\cos s\,(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s\,(l-a)\big)\Big\} =\\
&= A\Big\{2\big(\cos l + \mathfrak{Cof}\, sl\big) - \alpha\big(\sin s\,(l-a) - \mathfrak{Sin}\, s\,(l-a)\big) + \beta\big(\cos s\,(l-a) + \mathfrak{Cof}\,.\,s(l-a)\big)\Big\}
\end{aligned}
$$

Die Grössen A, A' und s bestimmen sich daraus wie folgt. Zunächst kömmt man durch Multiplication von 39) und 40) wie sie über einander stehen, zu einer transcendenten Gleichung, die nur s enthält, wenn man zu beiden Seiten der Gleichung AA' weglässt. Da also alle übrigen Constanten, die bis jetzt noch unbestimmt blieben, daraus verschwinden, so muss

sie auch identisch sein mit derjenigen, die man aus den h enthaltenden Theilen der Gleichungen 20) bis 23) erhalten hätte. Die Wurzeln dieser Gleichung liefern die möglichen Werthe von s, und daraus die zugehörige Schwingungsdauer des Stabes τ nach der Gleichung

$$41)\qquad \tau = \frac{2\pi l^2}{s^2\gamma}.$$

Da es für das Folgende nothwendig ist, so mögen einige Zwischenrechnungen angedeutet werden. Zunächst gelangt man nach einigen Reductionen zu dem Ausdruck

$$42_a)\quad \begin{aligned} &4(\cos sl . \mathfrak{Cof}\, sl + 1) + \\ &+\alpha\Big\{\big(\sin sl - \mathfrak{Sin}\, sl\big)\big(\cos s(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s(l-a)\big) - \big(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl\big)\big(\sin s(l-a) - \mathfrak{Sin}\, s(l-a)\big)\Big\} + \\ &+\alpha'\Big\{\big(\sin sl - \mathfrak{Sin}\, sl\big)\big(\sin s(l-a) - \mathfrak{Sin}\, s(l-a)\big) + \big(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl\big)\big(\cos s(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s(l-a)\big)\Big\} + \\ &+\beta\Big\{\big(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl\big)\big(\cos s(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s(l-a)\big) + \big(\sin sl - \mathfrak{Sin}\, sl\big)\big(\sin s(l-a) + \mathfrak{Sin}\, s(l-a)\big)\Big\} + \\ &+\beta'\Big\{\big(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl\big)\big(\cos s(l-a) + \mathfrak{Cof}\, s(l-a)\big) - \big(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl\big)\big(\sin s(l-a) + \mathfrak{Sin}\, s(l-a)\big)\Big\} + \\ &+ \big(\alpha\beta' + \alpha'\beta\big)\big(\cos s(l-a)\, \mathfrak{Cof}\, s(l-a) + 1\big) = 0; \end{aligned}$$

oder, indem man die Multiplicationen ausführt, und dabei auf Gleichungen 38) Rücksicht nimmt

$$\begin{aligned} 0 = {} & 4\big(\cos sl . \mathfrak{Cof}\, sl + 1\big) + \big(\alpha\beta' + \alpha'\beta\big)\big(\cos s(l-a) . \mathfrak{Cof}\, s(l-a) + 1\big) + \\ &+ \alpha\big(\sin sa - \mathfrak{Sin} . sa\big) + \alpha'\big(\cos sa + \mathfrak{Cof}\, sa\big) + \beta\big(\cos sa + \mathfrak{Cof}\, sa\big) + \beta'\big(\sin sa + \mathfrak{Sin}\, sa\big) \end{aligned}$$

$$42_b)\quad \begin{aligned} &+\alpha\big(\sin sa . \mathfrak{Cof}\, s(l-a) - \sin s(l-a)\, \mathfrak{Cof}\, sl + \cos sl . \mathfrak{Sin}\, s(l-a) - \cos s(l-a)\, \mathfrak{Sin}\, sl\big) \\ &+\alpha'\big(-\sin sl . \mathfrak{Sin}\, s(l-a) + \sin s(l-a)\, \mathfrak{Sin}\, sl + \cos sl\, \mathfrak{Cof}\, s(l-a) + \cos s(l-a)\, \mathfrak{Cof}\, sl\big) \\ &+\beta\big(\sin sl . \mathfrak{Sin}\, s(l-a) - \sin s(l-a)\, \mathfrak{Sin}\, sl + \cos sl\, \mathfrak{Cof}\, s(l-a) + \cos s(l-a)\, \mathfrak{Cof}\, sl\big) \\ &+\beta'\big(\sin sl . \mathfrak{Cof}\, s(l-a) - \sin s(l-a)\, \mathfrak{Cof}\, sl - \cos sl\, \mathfrak{Sin}\, s(l-a) + \cos s(l-a)\, \mathfrak{Sin}\, sl\big) \end{aligned}$$

Es erübrigt nun noch die Werthe von $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ aus 36) einzuführen. Man findet dabei

$$\alpha\beta' + \beta\alpha' = \frac{2s^4}{\delta^2\varphi^2}\left(\mathfrak{M}\mathfrak{U}^2 - \mathfrak{T}\mathfrak{M}\right)(\cos sa . \mathfrak{Cof}\, sa - 1)$$

und die Summe der folgenden vier Glieder

$$\begin{aligned} &-4\frac{s^2}{\delta\varphi}\mathfrak{M}\mathfrak{U} . \sin sa . \mathfrak{Sin}\, sa - 2\frac{s^3}{\delta\varphi}\mathfrak{T}(\sin sa\, \mathfrak{Cof} . sa + \cos sa\, \mathfrak{Sin}\, sa) - \\ &\qquad - 2\frac{s}{\delta\varphi}\mathfrak{M}(\sin sa\, \mathfrak{Cof} . sa - \cos sa\, \mathfrak{Sin}\, sa), \end{aligned}$$

so dass man mit Beihilfe der Relationen 38) endlich zu folgender Gleichung gelangt:

$$
\begin{aligned}
&4\left(\cos sl\,.\,\mathfrak{Cof}\,sl+1\right)+2\frac{s^4\mathfrak{M}}{\delta^2\varphi^2}\left(\mathfrak{M}\mathfrak{U}^2-\mathfrak{T}\right)\left(\cos sa\,\mathfrak{Cof}\,sa-1\right)\left(\cos s(l-a)\,\mathfrak{Cof}\,s(l-a)+1\right)\\
&-\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}\Big\{2\left(\sin sa\,\mathfrak{Cof}\,sa+\cos sa\,\mathfrak{Sin}\,sa\right)-2\left(\sin s(l-a)\mathfrak{Cof}\,s(l-a)+\cos s(1-a)\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)+\\
&\qquad+\left(\sin sl\,\mathfrak{Cof}\,sl+\cos sl\,\mathfrak{Sin}\,sl\right)+\left(\sin sl\,\mathfrak{Cof}\,s(l-2a)+\cos s(l-2a)\,\mathfrak{Sin}\,sl\right)\Big\}+\\
&+\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\Big\{\sin s(l-2a)\,\mathfrak{Sin}\,sl+\sin sl\,\mathfrak{Sin}\,s(l-2a)-2\sin s(l-a)\,\mathfrak{Sin}\,s(l-a)-2\sin sa\,\mathfrak{Sin}\,sa\Big\}\\
&-\frac{s\mathfrak{M}}{\delta\varphi}\Big\{2\left(\sin sa\,\mathfrak{Cof}\,sa-\cos sa\,\mathfrak{Sin}\,sa\right)-2\left(\sin s(l-a)\,\mathfrak{Cof}\,s(l-a)-\cos s(l-a)\,\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\\
&\qquad+\left(\sin sl\,\mathfrak{Cof}\,sl-\cos sl\,\mathfrak{Sin}\,sl\right)+\left(\sin sl\,\mathfrak{Cof}\,s(l-2a)-\cos s(l-2a)\,\mathfrak{Sin}\,sl\right)\Big\}=0.
\end{aligned}
\tag{42$_c$}
$$

Die Werthe von A und A' können auf zweierlei Weise ausgedrückt werden, je nachdem man die Gleichung 39) oder 40) benützt. In jeden Fall hat man aber nothwendig zwei neue Constante E und E_1 einzuführen, die von dem Anfangszustand des Stabes abhängen werden. Man erhält also entweder

$$
\begin{aligned}
A=&-E\Big[2\left(\cos sl+\mathfrak{Cof}\,sl\right)+\left(\cos sa-\mathfrak{Cof}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\\
&-\frac{s\mathfrak{M}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)+\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\Big\}+\left(\sin sa+\mathfrak{Sin}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)+\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\\
&-\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\Big\}\Big]\\
A'=&\;E\Big[2\left(\sin sl+\mathfrak{Sin}\,sl\right)+\left(\sin sa-\mathfrak{Sin}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\\
&-\frac{s\mathfrak{M}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)+\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\Big\}-\left(\cos sa-\mathfrak{Cof}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)+\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\\
&-\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\Big\}\Big]
\end{aligned}
\tag{43}
$$

oder

$$
\begin{aligned}
A=&\;E_1\Big[2\left(\sin sl-\mathfrak{Sin}\,sl\right)+\left(\cos sa-\mathfrak{Cof}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)-\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\\
&+\frac{s\mathfrak{M}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\Big\}-\left(\sin sa+\mathfrak{Sin}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\\
&+\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)-\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\Big\}\Big]\\
A'=&\;E_1\Big[2\left(\cos sl+\mathfrak{Cof}\,sl\right)-\left(\sin sa-\mathfrak{Sin}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)-\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\\
&+\frac{s\mathfrak{M}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\Big\}-\left(\cos sa-\mathfrak{Cof}\,sa\right)\Big\{\frac{s^2\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}\left(\cos s(l-a)+\mathfrak{Cof}\,s(l-a)\right)\\
&+\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}\left(\sin s(l-a)-\mathfrak{Sin}\,s(l-a)\right)\Big\}\Big]
\end{aligned}
\tag{44}
$$

Bezeichnet man die mit E und E_1 multiplicirten Ausdrücke resp. mit G, G' und G_1, G'_1, so erhält man aus Gleichung 6)

45) $g = -E\{G(\sin sx - \mathfrak{Sin}\, sx) - G'(\cos x - \mathfrak{Cof}\, sx)\} = E_1\{G_1(\sin sx - \mathfrak{Sin}\, sx) + G'_1(\cos x - \mathfrak{Cof}\, sx)\}.$

Da sich durch Substitution von A und A' in die Werthe von L, L', M, M' keine besondern Reductionen ergeben, so wird es erlaubt sein, diese Substitution nur angezeigt zu lassen, und dabei zur Abkürzung zu setzen

$$46)\quad \begin{aligned} -2G - \sin sa\,(G\alpha - G'\alpha') - \cos sa\,(G\beta + G'\beta') &= 2\Gamma \\ 2G_1 + \sin sa\,(G_1\alpha + G_1'\alpha') + \cos sa\,(G_1\beta - G_1'\beta') &= 2\Gamma_1 \end{aligned}$$

$$47)\quad \begin{aligned} 2G' - \cos sa\,(G\alpha - G'\alpha') + \sin sa\,(G\beta + G'\beta') &= 2\Gamma' \\ 2G_1' + \cos sa\,(G_1\alpha + G_1'\alpha') - \sin sa\,(G_1\beta - G_1'\beta') &= 2\Gamma'_1 \end{aligned}$$

$$48)\quad \begin{aligned} 2G - \mathfrak{Sin}\, sa\,(G\alpha - G'\alpha') + \mathfrak{Cof}\, sa\,(G\beta + G'\beta') &= 2\Omega \\ -2G_1 + \mathfrak{Sin}\, sa\,(G_1\alpha + G_1'\alpha') - \mathfrak{Cof}\, sa\,(G_1\beta - G_1'\beta') &= 2\Omega_1 \end{aligned}$$

$$49)\quad \begin{aligned} -2G' + \mathfrak{Cof}\, sa\,(G\alpha - G'\alpha') - \mathfrak{Sin}\, sa\,(G\beta + G'\beta') &= 2\Omega' \\ -2G_1' - \mathfrak{Cof}\, sa\,(G_1\alpha + G_1'\alpha') + \mathfrak{Sin}\, sa\,(G_1\beta - G_1'\beta') &= 2\Omega'_1 \end{aligned}$$

so dass man haben wird

$$50)\quad L = E\Gamma = E_1\Gamma_1;\; L' = E'\Gamma' = E_1'\Gamma_1';\; M = E\Omega = E_1\Omega_1;\; M' = E'\Omega' = E_1\Omega_1$$

in Folge dessen aus Gleichung 7) hervorgeht

$$51)\quad g' = E\{\Gamma\sin s\xi + \Omega\,\mathfrak{Sin}\, s\xi + \Gamma'\cos s\xi + \Omega'\,\mathfrak{Cof}\, s\xi\} = E_1\{\Gamma_1\sin s\xi + \Omega_1\mathfrak{Sin}\, s\xi + \Gamma_1'\cos s\xi + \Omega_1'\mathfrak{Cof}\, s\xi\}$$

Für die Functionen h und h' seien die den E und E_1 entsprechenden Constanten mit E und E_1' bezeichnet; dann kann man ihre Werthe wegen der schon oben gemachten Bemerkung sogleich hinschreiben, denn es kommt

$$52)\quad \begin{aligned} &C = E'G = E_1'G_1 \;\;;\;\; C' = E'G' = E_1'G_1' \\ &P = E'\Gamma = E_1'\Gamma_1;\; P' = E'\Gamma' = E_1'\Gamma_1';\; Q = E'\Omega = E_1'\Omega;\; Q = E'\Omega' = E_1'\Omega_1' \end{aligned}$$

zu setzen, und wenn man noch zur weitern Abkürzung die Bezeichnungen einführt

$$53)\quad \begin{aligned} -G\,(\sin sx - \mathfrak{Sin}\, sx) + G'\,(\cos sx - \mathfrak{Cof}\, sx) &= X \\ G_1\,(\sin sx - \mathfrak{Sin}\, sx) + G_1\,(\cos sx - \mathfrak{Cof}\, sx) &= X_1 \end{aligned}$$

$$54)\quad \begin{aligned} \Gamma\,\sin s\xi + \Omega\,\mathfrak{Sin}\, s\xi + \Gamma'\,\cos\xi + \Omega'\,\cos s\xi &= \Xi \\ \Gamma_1\sin s\xi + \Omega_1\mathfrak{Sin}\, s\xi + \Gamma_1'\cos\xi + \Omega_1'\,\mathfrak{Cof}\, s\xi &= \Xi_1 \end{aligned}$$

so wird also

$$55)\quad h = E'X = E_1'X_1 \qquad h' = E'\Xi = E_1'\Xi_1$$

und für y und η in den beiden Theilen des Stabes wird man haben

$$56)\quad \begin{aligned} y &= X\,(E\,\sin\gamma s^2 t + E'\cos\gamma s^2 t) \\ y &= X_1(E_1\sin\gamma s^2 t + E_1'\cos\gamma s^2 t) \end{aligned}$$

$$57)\quad \begin{aligned} \eta &= \Xi\;\;(E\,\sin\gamma s^2 t + E'\cos\gamma s^2 t) \\ \eta &= \Xi_1\,(E_1\sin\gamma s^2 t + E_1'\cos\gamma s^2 t) \end{aligned}$$

wie vorauszusehen von derselben Form wie bei unbelasteten Stäben. Da aber X und Ξ verschiedene Functionen von x sind, so wird für jeden Zeitmoment t, die Curve der Mittellinie aus zwei Theilen bestehen, die nach verschiedenen Gleichungen gebildet sind, und in dem Punkte $\mathfrak{M}$ oder (a, b) so zusammentreffen, dass sie hier die Ordinate und Tangente gemeinschaftlich haben. Übrigens unterscheidet sich das Gesetz der Curve von $x = 0$ bis $x = a$ nicht von demjenigen bei unbelasteten Stäben.

Es erübrigt nur noch, die Constanten E, E', E_1, E_1' aus den gegebenen Anfangszuständen des Stabes zu bestimmen, und die gewöhnlich befolgte Methode wird auch hier mit einigen Modificationen zum Ziele führen.

Bezeichnet $[y]$ die Ordinate irgend eines Punktes des Stabes zur Zeit t, so hat man:

$$\frac{d[y^2]}{dt^2} = -\gamma^2 s^4 [y].$$

Multiplicirt man diese Gleichung mit $[X]\, d[x]$, wo $[X]$ einen der Ausdrücke 53) oder 54) bezeichnet, und integrirt in der ganzen Ausdehnung des Stabes, so wird

$$\frac{d^2}{dt^2}\int_0^l [X]\,[y]\,dx = -\gamma^2 s^4 \int_0^l [X]\,[y]\,dx.$$

Da man aber hier jedes $[y]$ mit dem zugehörigen $[X]$ zu multipliciren hat, so muss man im vorliegenden Falle das Integral in zwei Theile zerlegen, nämlich

$$\frac{d^2}{dt^2}\left\{\int_0^a Xy\,dx + \int_a^l \Xi\eta\,d\xi\right\} = -\gamma^2 s^4\left\{\int_0^a Xy\,dx + \int_a^l \Xi\eta\,d\xi\right\}.$$

Die Integration dieser Differentialgleichung ergibt

$$\int_0^a Xy\,dx + \int_a^l \Xi\eta\,d\xi = H\sin s^2\gamma t + H'\cos s^2\gamma t. \tag{58}$$

Setzt man im linken Theil dieser Gleichung für y und η ihre Werthe aus 56) und 57), so geht sie bekanntlich in eine identische über, die für jedes t erfüllt ist, daher aus dieser Substitution folgt, wenn y_0 und η_0 die Ordinaten für $t = 0$ bedeuten:

$$\text{59)}\qquad E'\left\{\int_0^a X^2 dx + \int_a^l \Xi^2 d\xi\right\} = H'$$

$$E' = \frac{\int_0^a X^2 y_0\,dx + \int_a^l \Xi\eta_0\,d\xi}{\int_0^a X^2 dx + \int_a^l \Xi^2 d\xi}$$

und wie man leicht sieht, hätte man auf dieselbe Weise gefunden

$$E_1' = \frac{\int_0^a X_1 y_0\,dx + \int_a^l \Xi_1\eta_0\,d\xi}{\int_0^a X_1^2 dx + \int_a^l \Xi_1^2 d\xi} \tag{59}$$

Differentiirt man 58) nach t, und nennt u_0 und v_0 die zur Zeit $t = 0$ stattfindenden Geschwindigkeiten, so findet man durch eine ähnliche Substitution wie oben

$$60) \qquad E = \frac{\int_0^a X u_0 dx + \int_a^l \Xi\, v_0\, d\xi}{\int_0^a X^2\, dx + \int_a^l \Xi^2\, d\xi} \qquad E_1 = \frac{\int_0^a X_1\, u_0\, dx + \int_a^l \Xi\, v_0\, d\xi}{\int_0^a X^2\, dx + \int_a^l \Xi^2\, d\xi}$$

Hiemit wäre der Zustand des Stabes zu jeder beliebigen Zeit gegeben durch die Anfangswerthe von y und u, so wie durch die übrigen Constanten und keine unbestimmte Grösse mehr vorhanden.

Die anzuwendenden Gleichungen sind jedoch complicirter Natur und die Schwingungsdauer, deren Kenntniss von besonderer Wichtigkeit ist, hängt von der Auflösung der weitläufigen transcendenten Gleichung 42) ab. Man muss sich daher begnügen, die Auflösung für die am häufigsten vorkommenden Fälle wenigstens durch eine entsprechende Näherung zu geben,

Vor Allem mag bemerkt werden, dass die Gleichung 42) sowohl als auch 43), 44), 53) 54), 56), 57) für $\mathfrak{M} = 0$, $\mathfrak{T} = 0$, und für $a = 0$ in die entsprechenden Gleichungen für unbelastete Stäbe übergehen, nämlich in:

$$61) \qquad \begin{aligned} &\cos sl\, \mathfrak{Cof}\, sl + 1 = 0 \\ &A = -2E(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl) \\ &A' = \;\; 2E(\sin sl + \mathfrak{Sin}.sl) \\ &X = 2(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl)(\cos sx - \mathfrak{Cof}\, sx) - 2(\cos sl + \mathfrak{Cof}\, sl)(\sin sx - \mathfrak{Sin}\, sx) \\ &y = X\{E \sin \gamma s^2 t + E' \cos \gamma s^2 t\}, \end{aligned}$$

wenn man der Einfachheit wegen für A, A', X und y nur die ersteren Ausdrücke beibehält.

Im Folgenden sind diese Gleichungen als Grundlage genommen, weil es besonders erleichtert und übersichtlicher macht, wenn man untersucht, welche Veränderungen durch das Belasten an den entsprechenden Grössen bei unbelasteten Stäben hervorgebracht werden.

a) Ist der Stab in irgend einem Punkte belastet, so kann man wohl annehmen, dass $\mathfrak{M}$ nicht sehr gross sein wird, wenn anders die Bedingung, dass die angehängte Masse nur in einem Punkte befestiget ist, wenigstens angenähert erfüllt wird. In dem Fall, wo die Masse mit einer grösseren Fläche an den Stab anliegt, kann diese entweder nicht als blos träge angenommen werden, da sie eine Biegung erleiden wird, oder wenn sie absolut starr wäre, würde in den Befestigungspunkt keine Biegung eintreten und daher der obere Theil des Stabes, als von den untern getrennt, nur eine Belastung für diesen abgeben.

Man darf also für $a < l$ immer annehmen, dass $\mathfrak{T}$ und $\mathfrak{U}$ keine grossen Werthe haben werden. Berücksichtigt man noch, dass wenn M die Masse des Stabes, T sein Trägheitsmoment in Bezug auf eine durch seinen Endpunkt gehende, auf der Schwingungsebene senkrechte Drehungsaxe, und U die Entfernung seines Schwerpunktes vom Befestigungspunkt bedeutet, man haben wird

$$\varphi\delta l = M, \qquad \varphi\delta l^3 = 3T, \qquad \varphi^2\delta^2 l^4 = 3MT = 4M^2 U^2$$

dass also, wenn man

$$sl = \sigma, \qquad s = \frac{\sigma}{l}$$

setzt, nur die Verhältnisse

$$\frac{\mathfrak{T}}{3T}\ ,\ \frac{\mathfrak{U}}{4U}\ .$$

vorkommen, die aber sehr kleine Zahlen sein werden, so wird man sich wohl erlauben dürfen in diesen Fall für 42) zu setzen

$$62)\quad \begin{aligned}(\cos\sigma\,.\,\mathfrak{Cos}\,\sigma+1)\ -\frac{\mathfrak{M}}{M}\frac{\sigma}{4}\Big\{&2\Big(\sin\sigma\frac{a}{l}\,\mathfrak{Cos}\,\sigma\frac{a}{l}-\cos\sigma\frac{a}{l}\,\mathfrak{Sin}\,\sigma\frac{a}{l}\Big)\\ &-2\Big(\sin\sigma(1-\frac{a}{l})\mathfrak{Cos}\,\sigma(1-\frac{a}{l})-\cos\sigma\,(1-\frac{a}{l})\,\mathfrak{Sin}\,\sigma\,(1-\frac{a}{l})\Big)\\ &+\ \Big(\sin\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma-\cos\sigma\,\mathfrak{Sin}\,\sigma\Big)+\Big(\sin\sigma\mathfrak{Cos}\,\sigma(1-\frac{2a}{l})-\cos\sigma\,(1-\frac{2a}{l}\,\mathfrak{Sin}\,\sigma\Big)\Big\}=0.\end{aligned}$$

Denkt man sich unter den beiden Theilen dieser Gleichung die Ordinaten zweier Curven, so dass die σ die zugehörigen Abscissen bezeichnen, so stellt die Abscisse eines Durchschnittspunktes auch eine reelle Wurzel der Gleichung 62) vor. Die Curve

$$63)\qquad y=\cos\sigma\ \mathfrak{Cos}\ \sigma+1$$

schneidet die Abscissenaxe in den Entfernungen 1·87011 und dann mit immer grösserer Näherung in $3\ \frac{\pi}{2}$, $5\ \frac{\pi}{2}$ .... $(2n+1)\ \frac{\pi}{2}$. Zwischen je zwei solcher Punkte liegt nur ein Maximum, denn man findet die zugehörigen Abscissen aus der Gleichung

$$tng\,\sigma=\frac{\mathfrak{Sin}\,\sigma}{\mathfrak{Cos}\,\sigma}$$

wo der rechte Theil schon für $\sigma=2$, 0·964 wird, so dass man mit grosser Näherung die Einheit setzen kann, und daher $\sigma=\Big(0,\ 5\ \frac{\pi}{4},\ 9\ \frac{\pi}{4},\ \ldots\Big)$ die Abscissen der Maxima sind. Zwischen je zwei Durchschnittspunkte fällt aber auch nur ein Inflexionspunkt, denn man hat

$$\frac{d^2y}{d\sigma^2}=-\ 2\ \sin\sigma\ \mathfrak{Sin}\ \sigma$$

daher die Inflectionspunkte den Abscissen 0, π, 2π ... entsprechen.

Endlich hat die Curve für jedes σ nur einen Werth von y, und die Maxima wachsen ungemein rasch, sie sind z. B. für

$$\begin{aligned}\sigma&=\ \ \frac{5\pi}{4}=\ \ 3\cdot93\quad,\quad y=-18\cdot0\\ \sigma&=\ \ 9\ \frac{\pi}{4}=\ \ 7\cdot07\quad,\quad y=\ \ \ 41\cdot6\\ \sigma&=13\ \frac{\pi}{4}=10\cdot21\quad,\quad y=-93\cdot01.\end{aligned}$$

Die zweite Curve geht für $a=0$ in die Abscissenaxe über, und daher sind dann die Wurzeln der Gleichung 62)

$$1\cdot87011,\quad 3\frac{\pi}{2},\quad 5\frac{\pi}{2},\quad 7\frac{\pi}{2},\quad 9\frac{\pi}{2},\ldots.$$

für den grösst möglichsten Werth von a, d. h. für $a = l$ wird ihre Gleichung

$$y = \frac{\mathfrak{M}}{M}\,\sigma \left\{\sin\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma - \cos\sigma\,\mathfrak{Sin}\,\sigma\right\}$$

schneidet daher die Abscissenaxe in Punkten für welche man hat

$$\sigma = 0,\ \sigma = 5\frac{\pi}{4},\ \sigma = 9\frac{\pi}{4},\ \sigma = 13\frac{\pi}{4}\ldots.$$

also an den Stellen, wo die Abscissen der Maxima der ersten Curve hinfallen. Die Durchschnittspunkte der beiden Curven haben also Abscissen, die zwischen $\sigma = (4n+1)\,\frac{\pi}{4}$ und $(2n+1)\frac{\pi}{2}$ liegen und da σ für $a<l$ noch grösser werden muss, als für $a = l$, weil die Schwingungsdauer im Allgemeinen um so grösser sein wird je grösser a wird, so sieht man, dass die zweite Curve für $a \begin{smallmatrix}>0\\<l\end{smallmatrix}$ die erste so schneidet, dass die Abscissen der Durchschnittspunkte jedenfalls kleiner als $(2n+1)\,\frac{\pi}{2}$, aber grösser als $(2n+1)\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = (4n+1)\,\frac{\pi}{4}$ sind. Innerhalb eines solchen Intervalles kann aber nur ein einziger Durchschnittspunkt zu liegen kommen, in Folge der angedeuteten Eigenschaften der ersten Curve, und da in der zweiten Gleichung keiner von den periodischen Gliedern eine Periode kleiner als $\frac{\pi}{4}$ hat.

Je grösser $\mathfrak{M}$ wird, desto mehr nähert sich die zweite Curve einem System von parallelen Linien, die auf der Abscissenaxe senkrecht stehen, und dieselben in Punkten schneiden, deren Abscissen die Wurzeln des in Klammern stehenden Ausdruckes sind, und in der That ist es nur dann möglich, dass die Gleichung 62) erfüllt werden kann, weil $y = 0\,.\,\infty$, möglicher Weise endlich ist. Für $a = l$ würden die Parallelen in $\sigma = 0$, $\sigma = 5\,\frac{\pi}{4}, \sigma = 9\,\frac{\pi}{4}\ldots$ einschneiden.

Es wurde eben bemerkt, dass für $a>0$ die Wurzel der Gleichung 62) kleiner sein müsse, als die entsprechende von 63). Für gewisse Werthe von a tritt jedoch eine Ausnahme ein, nämlich wenn der Gleichung 62) dadurch genügt wird, dass sowohl der erste und zweite Theil, jeder für sich gleich Null wird. Um die Möglichkeit zu erweisen, betrachte man die Gleichungen 36) und 42_a), die, wenn man die obigen Näherungen gelten lässt, sein werden:

$$\alpha = 0 \qquad\qquad \alpha' = 0$$

$$\beta = -\,\sigma\,\frac{\mathfrak{M}}{M}\left(\sin\sigma\,\frac{a}{l} - \mathfrak{Sin}\,\sigma\,\frac{a}{l}\right);\ \beta' = \sigma\,\frac{\mathfrak{M}}{M}\left(\cos\sigma\,\frac{a}{l} - \mathfrak{Cos}\,\sigma\,\frac{a}{l}\right)$$

$$\cos\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma + 1 + \frac{1}{4}\left(\cos\sigma\left(1-\frac{a}{l}\right) + \mathfrak{Cos}\,\sigma\left(1-\frac{a}{l}\right)\right)\Big(\beta(\cos\sigma + \mathfrak{Cos}\,\sigma) + \beta'(\sin\sigma + \mathfrak{Sin}\,\sigma)\Big) +$$

$$+\,\frac{1}{4}\left(\sin\sigma\left(1-\frac{a}{l}\right) + \mathfrak{Sin}\,\sigma\left(1-\frac{a}{l}\right)\right)\Big(\beta(\sin\sigma - \mathfrak{Sin}\,\sigma) - \beta'(\cos\sigma - \mathfrak{Cos}\,\sigma)\Big) = 0$$

Hätte man also

$$
64)\quad
\begin{aligned}
&\left(\sin\sigma+\mathfrak{Sin}\,\sigma\right)\left(\cos\sigma\frac{a}{l}-\mathfrak{Cof}\,\sigma\frac{a}{l}\right)-\left(\cos\sigma+\mathfrak{Cof}\,\sigma\right)\left(\sin\sigma\frac{a}{l}-\mathfrak{Sin}\,\sigma\frac{a}{l}\right)=0\\
&\left(\sin\sigma-\mathfrak{Sin}\,\sigma\right)\left(\sin\sigma\frac{a}{l}-\mathfrak{Sin}\,\sigma\frac{a}{l}\right)+\left(\cos\sigma+\mathfrak{Cof}\,\sigma\right)\left(\cos\sigma\frac{a}{l}-\mathfrak{Cof}\,\sigma\frac{a}{l}\right)=0\\
&\cos\sigma\,\mathfrak{Cof}\,\sigma+1=0
\end{aligned}
$$

so wäre die Ausnahme vorhanden.

Die erste der Gleichungen 64) ist aber identisch mit 61), wenn man $X=0$ und $x=a$ setzt, die zweite würde mit der Gleichung für X_1 zusammenfallen, nach gehöriger Transformation von 52). Die dritte Gleichung ist aber die für unbelastete Stäbe in 61). Die $X=0$ und $X_1=0$ geben diejenigen Werthe von x, für welche an dem unbelasteten Stab Knotenpunkte auftreten, also zeigt sich, dass wenn die Masse an einem der möglichen Knotenpunkte befestiget wird, die zugleich mit $\sigma=(2n+1)\frac{\pi}{2}$ auftreten, dadurch dieser Werth auch für den belasteten Stab derselbe bleibt, natürlich für dieselben Stellenzeiger der Tonhöhen.

Man kann bemerken, dass sobald man $\mathfrak{T}$ oder $\mathfrak{U}$ nicht gleich 0 setzt, dieser Fall nie eintreten wird, und in der That ist dann die angehängte Masse auch in einem Knotenpunkte als in Bewegung zu betrachten.

Durch die obige Analyse der beiden Curven gewinnt man einen Näherungswerth zur Berechnung der Wurzeln, denn wenn σ eine Wurzel der Gleichung 62) bedeutet, wird man setzen können

$$\sigma=(2n+1)\frac{\pi}{2}\pm\xi$$

wo das obere Zeichen nur für die kleinste Wurzel eintreffen kann.

Das ξ ist für die grösseren Wurzelwerthe kleiner als 1, nur für die kleinste Wurzel könnte es auch grösser werden, da aber dann $\frac{\pi}{2}-1$ schon kleiner als 1 ist, so kann man im ersten Falle die Entwickelung nach der Tailor'schen, im zweiten nach der Maclaurin'schen Reihe vornehmen, um eine möglichst rasche Convergenz zu erhalten.

Es ist demnach zu setzen

$$
\begin{aligned}
o&=f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)\pm\xi f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)+\frac{\xi^2}{1.2}f''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)\pm\ldots.\\
o&=f(o)\quad+\sigma f'(o)\quad+\frac{\sigma^2}{1.2}f''(o)+\ldots.
\end{aligned}
$$

Um aus der ersten dieser Reihen ξ zu bestimmen, wird man diese Reihe so umkehren, dass die Variable ξ nach Potenzen von $-\frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}$ fortschreitet. Die zweite Reihe dürfte selten in Anwendung kommen, da sie ein grosses $\mathfrak{M}$ voraussetzt, dessen Trägheitsmoment wohl nicht vernachlässigt werden kann, also Gleichung 26) überhaupt zu ungenau wird. Die erste Reihe gibt nun, indem man mit $p^n Rm$ den m^{ten} Polynominalcoëfficienten der n^{ten} Potenz der Reihe

$$(\pm\xi)+\frac{\xi^2}{1\cdot2}\frac{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}+\frac{(\pm\xi)^3}{1\cdot2\cdot3}\frac{f''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}+\ldots$$

bezeichnet

$$(\pm\,\xi) = -\frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)} + \frac{1}{2}\,(p^{-2}R2)\left\{\frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}\right\}^2 - \frac{1}{3}\,(p^{-3}R3)\left\{\frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{\pi}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}\right\}^3 + \ldots$$

oder, indem man beim zweiten Gliede stehen bleibt

$$(\pm\,\xi) = -\frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)} - \frac{1}{2}\,\frac{f''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)^2}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)^3}\,.$$

Bezeichnet man mit σ_0 und σ zwei zu denselben Stellenzeiger der Tonhöhe gehörige Wurzelwerthe für den unbelasteten und belasteten Stab, so hat man, weil $\sigma_0 = \varkappa\frac{\pi}{2} + \delta$

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = 1 + \frac{(\pm\,\xi) - \delta}{\varkappa\frac{\pi}{2} + \delta} \tag{65}$$

und hat für $\varkappa = 1$, $\delta = 1{\cdot}8701$, für $\varkappa = (3, 5, 7\ldots)$ aber sehr nahe $\delta = 0$ zu setzen.

Die zur Berechnung der ξ erforderlichen Ausdrücke werden sehr weitläufig, setzt man wieder $\varkappa = (2n+1)$, und

$$\begin{aligned}A = \frac{4M}{\mathfrak{M}}\Big\{(-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}}\Big[\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2} + \mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\Big] + 2\Big(\sin\varkappa\frac{\pi}{2}.\frac{a}{l}.\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l} - \cos\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\,\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\Big) - \\ - 2\Big[\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big) - \cos\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\Big] \\ - \cos\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big\}\,.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B = \frac{4M}{\mathfrak{M}}\Big\{(-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}}\Big[2\,\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2} + \Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\Big] + 4\frac{a}{l}\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\,\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{\pi}\frac{a}{l} - \\ - 4\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big) + \\ + \Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2} - \cos\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C = \frac{\mathfrak{M}}{4M}\Big\{(-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}}\Big[2\,\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2} + \Big[\Big((1-\frac{2a}{l}\Big)^2 - 1\Big]\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big((1-\frac{2a}{l}\Big)\Big] + \\ + \frac{4a^2}{l^2}\Big(\cos\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\,\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l} + \sin\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\,\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\frac{a}{l}\Big) - \\ - 4\Big(1-\frac{a}{l}\Big)^2\Big[\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big) + \cos\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\Big(1-\frac{a}{l}\Big)\Big] + \\ + 2\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\sin\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2} + \Big[1-\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)^2\Big]\cos\varkappa\frac{\pi}{2}\Big(1-\frac{2a}{l}\Big)\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2}\Big\}\end{aligned}$$

so wird

$$\begin{aligned}f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right) &= 1 - A\varkappa\frac{\pi}{2} \\ f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right) &= -(-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}}\mathfrak{Cof}\,\varkappa\frac{\pi}{2} - A - B\varkappa\frac{\pi}{2} \\ f''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right) &= -(-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}}\mathfrak{Sin}\,\varkappa\frac{\pi}{2} - 2B - C\varkappa\frac{\pi}{2}\end{aligned}$$

für $\varkappa = (3, 5, 7, \ldots)$ vereinfachen sich die Ausdrücke etwas, weil man dann $\mathfrak{Cof}\, \varkappa\alpha \frac{\pi}{2} = \mathfrak{Sin}\, \varkappa\alpha \frac{\pi}{2} = \frac{1}{2} e^{\varkappa\alpha\frac{\pi}{2}}$ setzen kann, wenn anders α nicht so klein ist, dass man nicht mehr $e^{-\varkappa\alpha\frac{\pi}{2}}$ gegen $e^{+\varkappa\alpha\frac{\pi}{2}}$ vernachlässigen darf.

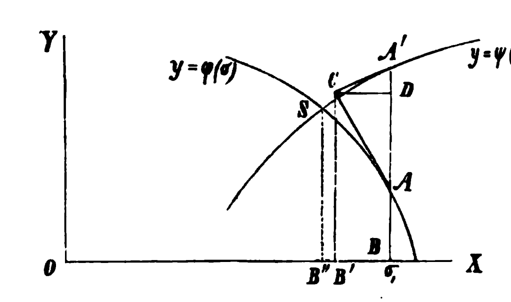
Übrigens ersieht man aus der geometrischen Bedeutung der Näherung

$$\sigma = \varkappa \frac{\pi}{2} - \frac{f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)}$$

dass für viele Fälle auch diese hinreichen kann. Hat man nämlich zwei Curven, deren Gleichungen $y = \varphi(\sigma)$ und $y' = \psi(\sigma)$ seien, und um ihren Durchschnittspunkt zu finden die Relation

$$f(\sigma) = \varphi(\sigma) - \psi(\sigma) = 0$$

wo bereits ein genäherter Werth dieses Durchschnittspunktes σ_1 bekannt ist, so sind die zugehörigen Ordinaten nicht dieselben für beide Curven und zwar



$$BA = y_1 = \varphi(\sigma_1) \quad ; \quad BA' = y'_1 = \psi(\sigma_1)$$

Zieht man an A und A' die sich in C schneidenden Tangenten AC und $A'C$, und fällt CD senkrecht auf $A'B$, so wird man haben

$$\frac{A'D}{CD} = \frac{\psi(\sigma_1) - CB'}{CD} = \psi'(\sigma_1)$$

$$\frac{AD}{CD} = \frac{CB' - \varphi(\sigma_1)}{CD} = \varphi'(\sigma_1)$$

und wenn man addirt und CD bestimmt

$$CD = \frac{\varphi(\sigma_1) - \psi(\sigma_1)}{\varphi'(\sigma_1) - \psi'(\sigma_1)} = \frac{f(\sigma_1)}{f'(\sigma_1)}$$

daher

$$OB' = \sigma_1 - \frac{f(\sigma_1)}{f'(\sigma_1)}$$

woraus hervorgeht, dass obige Näherung darin besteht, die Abscisse des Durchschnittspunktes der Tangenten eines S nahe gelegenen, zur selben Abscisse gehörigen Punktenpaares, für die von S selbst zu setzen. Im vorliegenden Falle, wo die Curven so rasch ansteigen, dürften, besonders für grössere Werthe von $\varkappa$ die Tangenten mit den Curvenästen nahe zusammenfallen, und für nicht sehr grosse Werthe von $\mathfrak{M}$ schon das erste Glied zur Bestimmung des ξ hinreichen.

b) Die Masse $\mathfrak{M}$ rücke jetzt bis an dass Ende des Stabes, bleibe aber noch immer von solcher Grösse und Ausdehnung, dass $\frac{\mathfrak{T}}{3T}$ und $\frac{\mathfrak{U}}{U}$ vernachlässigt werden darf, dann wird aus Gleichung 42)

$$66)\qquad 0 = \cos\sigma\, \mathfrak{Cof}\,\sigma + 1 - \frac{\mathfrak{M}}{M}\sigma \left\{\sin\sigma\, \mathfrak{Cof}\,\sigma - \cos\sigma\, \mathfrak{Sin}\,\sigma\right\}.$$

So lange $\frac{\mathfrak{M}}{M}$ sehr klein bleibt, hat diese Gleichung eine zur Bestimmung der σ sehr günstige Form, denn setzt man, mit σ_0 eine Wurzel der Gleichung

$$\text{67)} \qquad \cos\sigma_0 \,\mathfrak{Cof}\, \sigma_0 + 1 = 0$$

bezeichnend,

$$\sigma_0 = \sigma + \mu\sigma$$

wo μ jedenfalls sehr klein ist, und entwickelt 67) nach der Tailor'schen Reihe, so kommt, die Glieder mit $\mu^2\sigma^2$ bereits vernachlässigt

$$0 = \cos\sigma \,\mathfrak{Cof}\,\sigma + 1 - \mu\sigma \left\{ \sin\sigma \,\mathfrak{Cof}\,\sigma - \cos\sigma \,\mathfrak{Sin}\,\sigma \right\}$$

dass man also nur $\mu = \frac{\mathfrak{M}}{M}$ zu setzen hat, und

$$\sigma = \sigma_0 \frac{1}{1 + \frac{\mathfrak{M}}{M}}.$$

Setzt man diesen Werth in den Ausdruck für die Schwingungsdauer:

$$\tau = \frac{2\pi l^2}{\gamma\sigma_0^2}\left(1 + \frac{\mathfrak{M}}{M}\right)^2$$

so zeigt sich, dass der Stab mit einem unbelasteten, blos in der Länge l' verschiedenen, gleiche Schwingungsdauer hat, wo

$$l' = l\left(1 + \frac{\mathfrak{M}}{M}\right).$$

Denkt man sich also statt des angehängten Gewichtes den Stab um Δl verlängert, und zwar so, dass diese Verlängerung gleiche Masse mit $\mathfrak{M}$ hat, dabei von demselben Material und Querschnitt wie der Stab, so wird obiger Gleichung genügt, denn man hat dann

$$\mathfrak{M} : M = l : \Delta l$$

$$\text{68)} \qquad \Delta l = l\,\frac{\mathfrak{M}}{M}.$$

Je grösser σ wird, desto kleiner muss $\mathfrak{M}$ sein, um diese Näherung anwenden zu können. Für grössere σ oder $\mathfrak{M}$ wird man daher einen andern Weg einschlagen müssen. Setzt man zu diesem Zwecke in 66)

$$\sigma = (2\pi + 1)\frac{\pi}{2} \pm \xi$$

so erhält man zunächst

$$\mp(-1)^n \sin\xi \,\mathfrak{Cof}\,\sigma + 1 - \frac{\mathfrak{M}}{M}\sigma\left\{(-1)^n \cos\xi \,\mathfrak{Cof}\,\sigma - (\mp)(-1)^n \sin\xi \,\mathfrak{Sin}\,\sigma\right\} = 0$$

und daraus

$$\mp \, tng\,\xi = \frac{\frac{\mathfrak{M}}{M}\left((2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi\right)}{1+\frac{\mathfrak{M}}{M}\left((2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi\right)\frac{\mathfrak{Sin}\,(2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi}{\mathfrak{Cos}\,(2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi}} - \tag{69}$$
$$-(-1)^n \frac{1}{\cos\xi\,\mathfrak{Cos}\left((2n+1)\right)\frac{\pi}{2} \pm \xi)\left\{1+\frac{\mathfrak{M}}{M}\left((2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi\right)\frac{\mathfrak{Sin}\,(2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi}{\mathfrak{Cos}\,(2n+1)\frac{\pi}{2} \pm \xi}\right\}}$$

Die doppolten Zeichen sind aber nur für $n = 0$ beizubehalten, weil nur in diesem Fall σ auch grösser als $\frac{\pi}{2}$ sein kann, denn in den übrigen Fällen ist für $\mathfrak{M} = 0$, σ zu nahe gleich $(2n+1)\frac{\pi}{2}$, als dass das ξ positiv ausfallen könnte, also nur die untern Zeichen zu nehmen sind.

Setzt man aber $\xi = 0$ und $n = 0$ in Gleichung 69) so erhält man als Bedingung

$$\frac{\mathfrak{M}}{M} = \frac{1}{\frac{\pi}{2}\,\mathfrak{Cos}\,\frac{\pi}{2}} = 0\cdot 25573$$

für kleinere Werthe von $\frac{\mathfrak{M}}{M}$ ist also bei $n = 0$, das ξ positiv, für grössere negativ. Um aus 69) das ξ zu bestimmen, wird man zwei Fälle unterscheiden.

$n = 0$. Man setze als erste Näherung $\xi = 0$, und hat dann wegen

$$\frac{\pi}{2}\frac{\mathfrak{Sin}\,\frac{\pi}{2}}{\mathfrak{Cos}\,\frac{\pi}{2}} = 1\cdot4398,\ \mathfrak{Cos}\,\frac{\pi}{2} = 2\cdot5009,\ \frac{\pi}{2} = 1\cdot5708$$

$$\mp \,\text{tng}\,\xi = \frac{1\cdot5708\,\frac{\mathfrak{M}}{M}}{1+1\cdot4398\,\frac{\mathfrak{M}}{M}} - \frac{1}{2\cdot5009\left(1+1\cdot4398\,\frac{\mathfrak{M}}{M}\right)};$$

mit diesen genäherten Werth geht man in den rechten Theil von 69) ein, findet ein neues ξ u. s. f., wobei man sich rasch dem wahren Werthe nähern wird.

$n = (1, 2, 3 \ldots.)$. Für diesen Fall kann man sich in 69) einige Vereinfachungen erlauben, denn man findet schon für $n = 1$

$$\frac{\mathfrak{Sin}\,3\,\frac{\pi}{2}}{\mathfrak{Cos}\,3\,\frac{\pi}{2}} = 0\cdot99984$$

Ebenso ist der Factor $\frac{1}{\mathfrak{Cos}\,(2n+1)\frac{\pi}{2}}$ für $n = 1$, $0\cdot0178$, für $n = 2$, $0\cdot00077$, so dass man mit steigenden n immer mehr das zweite Glied vernachlässigsn kann, und zur ersten Näherung immer setzen wird

$$\text{tng}\,\xi = \frac{\frac{\mathfrak{M}}{M}\left((2n+1)\,\frac{\pi}{2} - \xi\right)}{1+\frac{\mathfrak{M}}{M}\left((2n+1)\,\frac{\pi}{2} - \xi\right)} \tag{70}$$

Diese Formel zeigt zugleich, dass mit wachsenden n das ξ der Grenze $\frac{\pi}{4}$ zustrebt, und ein und dieselbe Masse eine um so grössere Änderung in der Schwingungsdauer hervorbringt, je grösser die Stellenzeiger der Tonhöhen werden.

c) Endlich werde von der am Ende des Stabes angebrachten Masse noch das Trägheitsmoment und Lage des Schwerpunktes berücksichtigt, dann hat man die Gleichung

$$71)\quad \cos\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma + 1 + \left(\frac{\mathfrak{M}^2\mathfrak{U}^2}{4M^2U^2} - \frac{\mathfrak{M}\mathfrak{T}}{3MT}\right)\sigma^4(\cos\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma - 1) - \frac{\mathfrak{T}}{3T}\sigma^3(\sin\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma + \cos\sigma\,\mathfrak{Sin}\,\sigma) -$$
$$- \frac{\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{2MU}\sigma^2\sin\sigma\,\mathfrak{Sin}\,\sigma - \frac{\mathfrak{M}}{M}\sigma(\sin\sigma\,\mathfrak{Cos}\,\sigma - \cos\sigma\,\mathfrak{Sin}\,\sigma) = 0$$

Auch hier mögen wie oben zwei Fälle unterschieden werden.

$n = 0$.

In diesem Falle muss σ zwischen 0 und $\frac{\pi}{2} + 1\cdot8701$ liegen, und zwar näher an Null für grosse, näher an $\frac{\pi}{2}$ für kleinere Werthe von $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{T}$ und $\mathfrak{U}$.

Für den ersten Fall kann man sich erlauben Gleichung 71) nach Potenzen von σ zu entwickeln, und indem man bis σ^4 vorschreitet, erhält man einen sehr bequemen Ausdruck, nämlich, indem man in 71) die nicht von σ abhängigen Coëfficienten der Reihe nach mit P, Q, R, S bezeichnet.

$$1 - \sigma^4\left(\frac{1}{12} - \frac{P}{2} + Q + \frac{R}{2} + \frac{S}{3}\right) = 0$$

und daraus

$$72)\qquad \sigma = \sqrt[4]{\frac{1}{\left(\frac{1}{12} - \frac{P}{2} + Q + \frac{R}{2} + \frac{S}{3}\right)}}$$

Ist aber $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{T}$ und $\mathfrak{U}$ nicht so bedeutend, so wird man zu einer der oben angeführten Näherungsmethoden seine Zuflucht nehmen. Setzt man nämlich $\sigma = \frac{\pi}{2} \pm \xi$ und zur Abkürzung

$$Q\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^3 + R\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^2\frac{\mathfrak{Sin}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}{\mathfrak{Cos}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)} + S\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right) = G\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)$$

$$1 + R\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^4 - Q\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^3\frac{\mathfrak{Sin}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}{\mathfrak{Cos}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)} + S\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)\frac{\mathfrak{Sin}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}{\mathfrak{Cos}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)} = H\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)$$

so findet man aus Gleichung 71)

$$73)\qquad \pm\ \operatorname{tng}\xi = \frac{G\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}{H\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)} - \frac{1 - P\cdot\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^4}{\cos\xi\,\mathfrak{Cos}\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)H\left(\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}$$

wo man wieder zur ersten Näherung im rechten Theil $\xi = 0$ setzen wird. Um über die Wahl des Zeichens zu bestimmen, bemerkt man, dass für $\sigma = \frac{\pi}{2}$, oder $\xi = 0$ sein muss:

$$74)\qquad G\left(\frac{\pi}{2}\right) - \frac{1 - P\cdot\left(\frac{\pi}{2}\right)^4}{\mathfrak{Cos}\,\frac{\pi}{2}} = 0.$$

Dieser Ausdruck, den man ohnedies zur ersten Bestimmung des ξ rechnen muss, wird für $\mathfrak{M} = 0$, $-\frac{1}{\mathfrak{Cos}\frac{\pi}{2}}$, woraus man schliesst, dass für negative Werthe von 74) das obere, für positive das untere Zeichen in 73) zu nehmen sei.

$n = (1, 2, 3 \ldots.)$ Setzt man wieder zur Abkürzung, da hier

$$\frac{\mathfrak{Sin}\,\sigma}{\mathfrak{Cos}\,\sigma} = 1$$

gesetzt werden darf,

$$Q\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)^3 + R\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)^2 + S\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right) = G'\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)$$

$$1 + P\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)^4 - Q\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)^3 + S\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right) = H'\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)$$

so findet man, wenn man $(2n+1)\frac{\pi}{2}$ als erste Näherung annimmt:

$$75)\quad \operatorname{tng}\xi = \frac{G'\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)}{H'\left((2\pi+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)} - (-1)^n \frac{1 - P\,.\left((2n+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)^4}{\cos\xi\,\mathfrak{Cos}\left((2n+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)H'\left((2n+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)}$$

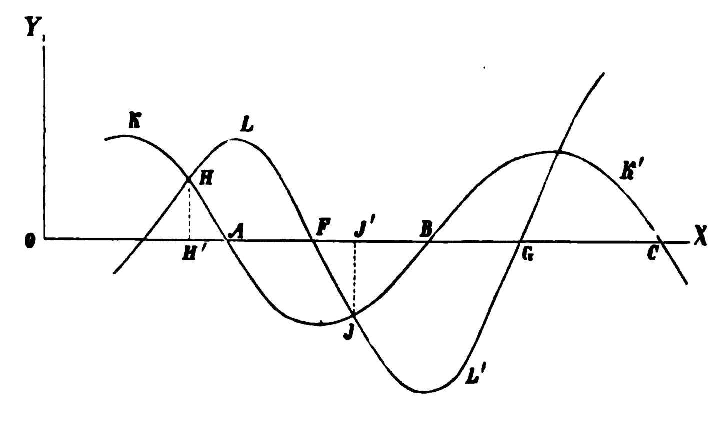
Für Werthe die sich zu weit von $(2n+1)\frac{\pi}{2}$ entfernen, wird jedoch diese Formel nicht hinreichen, man hat daher noch zu untersuchen, welches in den äussersten Fall die untere Grenze, bis zu welcher die σ für gewisse $\mathfrak{M}$ kommen können, sein wird. Dafür genügt es solche Werthe von σ zu betrachten, für welche $\frac{1}{\mathfrak{Cos}\,\sigma}$ gegen die andern Glieder vernachlässigt werden kann, und es schreibt sich dann Gl. 71)

$$76)\quad \cos\sigma - \left\{-P\sigma^4\cos\sigma + Q\sigma^3(\sin\sigma + \cos\sigma) + R\sigma^2\sin\sigma + S\sigma(\sin\sigma - \cos\sigma)\right\} = 0$$

woraus man weiter findet, den Theil in den Klammern für sich gleich Null gesetzt:

$$\operatorname{tang}\sigma = \frac{P\sigma^3 - Q\sigma^2 + S}{Q\sigma^2 + R\sigma + S}$$

welche Gleichung die Durchschnittspunkte der durch den in Klammern stehenden Theil dargestellten Curve mit der Abscissenmasse bestimmt. Es seien F, G diese Punkte, und L, L' die entsprechende Curve, ferner KK' ein Theil der Curve, die der Gleichung $y = \cos\sigma$ angehört, und daher A, B, C Punkte, deren Abscissen mit den Wurzelwerthen bei unbelastetem Stab zusammenfallen, die der Punkte H, $J \ldots$ aber der Gl. 71) genügen.



Der rechte Theil von 72) wird ∞ für $\sigma = \infty$, und daher kommt mit wachsenden σ dieses einem ungeraden Vielfachen von $\frac{\pi}{2}$ immer näher, oder die Punkte F, G rücken an die Punkte A, B, je weiter man von O aus nach rechts fortgeht.

Bei denselben Stellenzeigern der Tonhöhe kann also durch das Anbringen der Masse $\mathfrak{M}$ das zugehörige σ sich um π im äussersten Falle von dem für $\mathfrak{M} = 0$ unter-

scheiden. Man könnte zwar einwenden, dass diese Differenz eben so gut 2π, $3\pi\ldots$ sein könnte, da auch dann $\operatorname{tng}\sigma$ dem Unendlichen zustreben müsste; allein dies würde erfordern, dass $\operatorname{tng}\sigma = \operatorname{tng}\left((2n+1)\frac{\pi}{2} - \xi\right)$ für einen endlichen Werth von n unendlich würde, und zwar ein-, zwei-, dreimal u. s. f., was nicht möglich ist, da der Nenner in 72) als wesentlich positiv nicht Null werden kann.

Lässt man jetzt $\mathfrak{M}$ und somit auch $\mathfrak{T}$ unendlich wachsen, während $\mathfrak{U}$ endlich bleiben muss, da sonst bei so ungleichförmiger Massenvertheilung die Gleichungen 15) und 16) nicht mehr gelten könnten, so sieht man, dass weil P ein Unendliches der zweiten Ordnung wird, auch $\operatorname{tng}\sigma = \infty$ zur Grenze hat. Es rückt also auch in diesem Fall F und G immer näher an A und B, aber nie über diese Punkte hinaus, so dass die Wurzelwerthe von 71) sich von denen der Gl. 67) nie um mehr als π bei denselben Stellenzeigern unterscheiden können.

Wäre $P = 0$, so wäre für $\sigma = \infty$ die Grenze von $\operatorname{tng}\sigma$ die negative Einheit, die σ selbst würden sich also fortwährend $(2(2n)+3)\frac{\pi}{4}$ nähern, und durch das Anbringen von $\mathfrak{M}$ das σ sich höchstens um $3\frac{\pi}{4}$ verringern können.

Für sehr grosse $\mathfrak{M}$ wird man nach Allem diesem für 75) schreiben müssen, wenn wieder $(n+1)$ den Stellenzeiger der Tonhöhe bezeichnet,

$$77)\qquad \operatorname{tng}\xi = \frac{G'\left((2n-1)\frac{\pi}{2}+\xi\right)}{H'\left((2n-1)\frac{\pi}{2}+\xi\right)} - (-1)^n \frac{1 - P\,.\left((2n-1)\frac{\pi}{2}+\xi\right)^4}{\cos\xi\,\mathfrak{Cof}\left((2n-1)\frac{\pi}{2}+\xi\right)H'\left((2n-1)\frac{\pi}{2}+\xi\right)}$$

Liegt endlich σ in der Mitte zwischen $(2n-1)\frac{\pi}{2}$ und $(2n+1)\frac{\pi}{2}$, so hat man die Gleichung:

$$78)\qquad \mp \operatorname{tng}\xi = \frac{H'\left(2n\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}{G'\left(2n\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)} - (-1)^n \frac{1 - P.\left(2n\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)^4}{\cos\xi\,\mathfrak{Cof}\left(2n\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)G'\left(2n\frac{\pi}{2}\pm\xi\right)}$$

welche sich leicht aus 71) ableitet, und man erkennt einen solchen Werth von σ, wenn man sieht, dass $\xi = 0$ gesetzt

$$H'\left(2n\frac{\pi}{2}\right) - (-1)^n \frac{1}{\mathfrak{Cof}\,2n\frac{\pi}{2}}\left[1 - P\,.\left(2n\frac{\pi}{2}\right)^4\right]$$

einen kleinen Werth annimmt. Zugleich orientirt man sich bezüglich des doppelten Zeichens, denn ist dieser Ausdruck negativ, so ist das obere, ist er aber positiv, das untere Zeichen zu nehmen.

Man kann noch einen für alle drei Fälle gemeinsamen Weg angeben, der hier angedeutet werden mag, um die entsprechende transscendente Gleichung aufzulösen. Für diese lässt sich nämlich die Entwickelung machen:

$$0 = \frac{f\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{\pi}\right)} + \xi + \frac{\xi^2}{1\cdot 2}\cdot\frac{f''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)} + \frac{\xi^3}{1\cdot 2\cdot 3}\cdot\frac{f'''\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa\frac{\pi}{2}\right)} + \ldots$$

Es ist aber:

$$\frac{\xi^2}{1\cdot 2} f''\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right) + \frac{\xi^3}{1\cdot 2\cdot 3} f'''\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right) + \ldots = f(\sigma) - f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right) - \xi f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right) = \psi(\xi)$$

und daher:

$$-\frac{f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)}{f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)} = \xi + \frac{1}{f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)} \psi(\xi);$$

wendet man auf diese Gleichung die Formel des Lagrange an, indem man setzt:

$$-\frac{f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)}{f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)} = \eta$$

so findet man:

$$\xi = \eta - \frac{1}{f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)} \psi(\eta) + \frac{1}{1\cdot 2} \frac{1}{f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)} \frac{d}{d\eta} \cdot \left(\psi(\eta)\right)^2 + \ldots$$

wobei man hat:

$$\psi(\eta) = f\left(\varkappa \frac{\pi}{2} + \eta\right);\; 2\psi(\eta)\,\psi'(\eta) = 2f\left(\varkappa \frac{\pi}{2} + \eta\right) \left\{ f\left(\varkappa \frac{\pi}{2} + \eta\right) - f\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right) \right\}; \ldots$$

Diese Reihe wird um so tauglicher, je grösser $f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)$ ist, was immer für grosse n und $\mathfrak{M}$ eintritt. Man darf aber nicht vergessen, dass wenn auch in $f\left(\varkappa \frac{\pi}{2} + \eta\right) = 0$ mit einen ziemlich genäherten Werth von σ eingegangen wird, wegen des ungemein raschen Ansteigens der Ordinaten der durch $y = f(\sigma)$ vorgestellten Curve, dennoch obige Function einen bedeutenden Werth erreichen kann, was den Vortheil eines grossen $f'\left(\varkappa \frac{\pi}{2}\right)$ bedeutend verringert.

Die Kenntniss des σ ermöglicht jetzt, auch die übrigen, den Zustand des Stabes bestimmenden Gleichungen näher zu untersuchen. Ausser der Lage der Knotenpunkte ist aber alles andere von den Anfangszuständen abhängig, und es soll daher nur von jener etwas Allgemeines bemerkt werden. Um sie jedoch mit der am unbelasteten Stabe vergleichen zu können, mag zuerst dieser Fall näher betrachtet werden.

Setzt man in Gl. 61) $X = 0$, und bemerkt, dass schon für $\sigma = sl = 3\frac{\pi}{2}$ kommt:

$$\sin\sigma + \mathfrak{Sin}\,\sigma = 54\cdot 65 \quad , \quad \cos\sigma + \mathfrak{Cos}\,\sigma = 55\cdot 66$$

und das Verhältniss 1·02, dass es sich also mit wachsenden σ immer mehr der Einheit nähert, so kann man angenähert setzen:

$$\text{79)} \qquad \cos\sigma\frac{x}{l} - \sin\sigma\frac{x}{l} = e^{-\sigma\frac{x}{l}}$$

Man sieht schon im Vorhinein, dass die Wurzeln dieser Gleichung sehr nahe

$$0, \quad 5\frac{\pi}{4}, \quad 9\frac{\pi}{4}, \quad 13\frac{\pi}{4}, \ldots.$$

sein werden. Fig. 1, Taf. I versinnlicht den Gang der Curven, deren Gleichungen sind:

$$\eta = \cos \xi - \sin \xi \quad , \quad \eta' = e^{-\xi'}$$

im richtigen Verhältniss dargestellt. Nennt man dann $\xi_1 \xi_2 \xi_3 \ldots$ die aufeinanderfolgenden Abscissen der Durchschnittspunkte, so erhält man die entsprechenden Entfernungen der Knoten vom fixen Ende des Stabes aus:

$$x_n = l \cdot \frac{\xi_n}{\sigma}$$

Trägt man also von A aus $AB = \sigma = \left[3\frac{\pi}{2}, 5\frac{\pi}{2}, 7\frac{\pi}{2} \ldots\right]$ auf, und errichtet in B senkrecht auf AB, $BC = l$, zieht die Gerade AC, so stellen die Ordinaten $\xi_1 x_1$, $\xi_2 x_2$, $\xi_3 x_3 \ldots$ die Entfernungen der Knoten vom fixen Ende vor, wobei natürlich $A\xi_n$ nicht grösser als AB sein darf.

Wird aus irgend einem Grunde das σ kleiner als oben angenommen, ohne dass die Gleichung 79) aufhört zu gelten, so hat dieses, wie man aus der angeführten Construction ersieht, eine Annäherung der Knoten gegen das freie Ende des Stabes zur Folge, und zwar beträgt die Differenz im Allgemeinen, wenn $\Delta\sigma = \sigma - \sigma'$ ist:

$$\Delta\xi_n = \Delta\sigma \cdot \frac{\xi_n}{l}$$

Dieser Fall findet aber in der That sehr nahe statt bei Stäben, deren Schwingungsdauer durch angehängte Gewichte vergrössert wird, wie sogleich gezeigt werden soll.

Für die unter b) gemachten Voraussetzungen, als die einfachsten, erhält man aus 43) und 44)

$$G = 2\,(\cos sl + \mathfrak{Cos}\, sl) \quad , \quad G' = 2\,(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl).$$

Die entsprechende Gleichung unterscheidet sich also von 61) nur in den Werthen von s oder σ, und obwohl diese hier kleiner sind als oben, so begeht man doch keinen solchen Fehler, wenn man $G = G'$ setzt, um nicht auch hier, selbst für den kleinsten Werth von σ, die Wurzeln von 79) als genähert annehmen zu können. Da ferner hier $\Delta\sigma$ nie grösser als $\frac{\pi}{4}$ wird, so sieht man, dass der Stab, ob belastet oder nicht, für Tonhöhen mit denselben Stellenzeigern auch dieselbe Anzahl Knotenpunkte beibehält, die jedoch mit zunehmenden $\mathfrak{M}$ dem freien Ende des Stabes immer näher rücken, so dass für $\mathfrak{M} = \infty$ der letzte ganz in dasselbe fällt.

Die zu c) gehörigen Werthe von G, nämlich:

$$G = 2\,(\cos sl + \mathfrak{Cos}\, sl) + 2\,s^2 \frac{\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}(\cos sl - \mathfrak{Cos}\, sl) - 2\,\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl)$$

$$G' = 2\,(\sin sl + \mathfrak{Sin}\, sl) + 2\,s^2 \frac{\mathfrak{M}\mathfrak{U}}{\delta\varphi}(\cos sl - \mathfrak{Cos}\, sl) - 2\,\frac{s^3\mathfrak{T}}{\delta\varphi}(\cos sl - \mathfrak{Cos}\, sl)$$

zeigen, dass man auch hier für hinreichend grosse sl, $G = G'$ setzen kann, nur wird dieses für den zweiten Wurzelwerth σ ungenauer als in dem vorhergehenden Fall, und um so mehr,

je grösser $\mathfrak{M}$ wird. In c) wurde aber gezeigt, dass für Tonhöhen von gleichen Stellenzeigern $\Delta\sigma$ zur Grenze π hat, mithin der Punkt B durch das Belasten um mehr als $\frac{\pi}{4}$ gegen A hin verschoben wird, oder was dasselbe ist, ein Knoten ganz von dem Stabe verschwindet. Es ist also hier der Fall möglich, dass ein Stab ausser bei seinem tiefsten Ton auch bei seinem nächst höheren noch ohne Knoten schwingt, und überhaupt die Anzahl der Knoten nicht mehr durch $n-1$ gegeben ist, wenn n den Stellenzeiger der Tonhöhe bezeichnet, sondern mit Ausnahme von $n=1$ durch $n-2$.

In dem Fall a) hat man den obern und untern Theil des Stabes zu unterscheiden. Da jedoch a in 43) und 44) nur ein Bruchtheil von l sein wird, so kann hier in Bezug auf die Zulässigkeit $G=G'$ zu setzen, was für grosse σ erlaubt sein wird, für den Fall von $\sigma=3\frac{\pi}{2}=\xi$ ein Bedenken entstehen, sobald a nicht sehr klein wird. Es ist daher gut, die folgende Betrachtung vorauszuschicken.

Setzt man in 53) $\frac{G}{G'}=1+\delta$, wo δ positiv oder negativ sein kann, so ist:

$$\cos\xi - \sin\xi - e^{-\xi} - \delta\,(\sin\xi - \mathfrak{Sin}\,\xi) = 0.$$

Indem man also $G=G'$ setzt, nimmt man statt der Abscisse des Durchschnittspunktes der Curve

$$\eta = -G\,(\sin\xi - \mathfrak{Sin}\,\xi) + G'\,(\cos\xi + \mathfrak{Cof}\,\xi)$$

diejenige, die zur Ordinate $\eta' = \delta\,(\sin\xi' - \mathfrak{Sin}\,\xi')$ gehört, wo ξ' der Gleichung 79) genügt. Aber es ist:

$$\frac{d\eta}{d\xi} = -G\,(\cos\xi - \mathfrak{Cof}\,\xi) - G'\,(\sin\xi + \mathfrak{Sin}\,\xi)$$

für $\xi=\xi'$ immer gross, da für $G=G'$ das Glied mit $e^{\xi'}$ nicht verschwindet, und daher die Entfernung des Durchschnittspunktes der an $(\xi'\eta')$ gezogenen Tangente mit der Abscissenaxe, von ξ' oder:

$$\frac{\eta'}{\frac{d\eta'}{d\xi'}}$$

um so kleiner, woraus man schliesst, dass der wahre Durchschnittspunkt von ξ' nicht sehr entfernt sein kann, und eine Näherung selbst für nicht sehr kleine δ möglich ist, wenn man $G=G'$ setzt.

Auch für den obern Theil gilt dieses, denn für Ω und Ω' sieht man sogleich ein, dass man setzen darf:

$$\Omega = -\Omega'$$

Für Γ und Γ' bemerke man, dass wegen $G=G'$, und wie man aus Gleichung 36) sieht mit demselben Rechte wegen

$$\alpha = \alpha' \quad , \quad \beta = \beta'$$

die in 46) und 47) mit cos sa und sin sa multiplicirten Glieder, die eine Gleichsetzung von

$$\Gamma = -\Gamma'$$

nicht erlaubt hätten, jedenfalls sehr klein werden, und man sieht demnach, dass auch in diesem Fall durch das Belasten ein Verschieben der Knoten gegen das freie Ende hin hervorgebracht wird, wenn auch die Grösse dieser Verschiebung durch die angewandte Construction nicht in allen Fällen mit hinreichender Genauigkeit erhalten werden wird.

Nur bei kleinen $\frac{a}{l}$ mag noch eine Bemerkung gemacht werden, in diesem Falle wird, da $\alpha = \alpha' = 0$, β und β' aber einen gewissen Werth beibehalten, die grösste Differenz in Γ und Γ' eintreten. Nimmt man noch immer $\Omega = -\Omega'$, so erhält man aus 54)

$$K' \cos \sigma \frac{\xi}{l} - K \sin \sigma \frac{\xi}{l} = e^{-\sigma \frac{\xi}{l}},$$

wo

$$K' = \frac{\Gamma'}{\Omega}, \quad K = -\frac{\Gamma}{\Omega}.$$

Die eine Curve in Fig. 1, Taf. I wird also eine andere werden, und die Durchschnittspunkte mit der Abscissenaxe werden für $K > K'$ näher an A rücken, und daher auch die Punkte $\xi_1\ \xi_2 \ldots$. Ist nun die Vergrösserung der Schwingungsdauer, oder die Verminderung des σ kleiner als diese Verschiebung der $\xi_1\ \xi_2 \ldots$ so erfolgt im obern Theil des Stabes eine Verschiebung der Knoten gegen die Masse $\mathfrak{M}$, also gerade entgegengesetzt den früheren Fällen. Es muss dann $\Gamma > \Gamma'$ sein. Betrachtet man aber die Werthe von G, G', Γ, Γ' so tritt dieses ein wenn $\cos \sigma \frac{a}{l}$ positiv und $\cos \sigma \frac{a}{l} > \sin \sigma \frac{a}{l}$, oder auch wenn sowohl $\cos \sigma \frac{a}{l}$ als auch $\sin \sigma \frac{a}{l}$ negativ sind und $\sin \sigma \frac{a}{l} > \cos \sigma \frac{a}{l}$. Für kleine a würde daher dieser Fall immer eintreten, da dann noch $\mathfrak{Cos}\, \sigma \frac{a}{l} > \mathfrak{Sin}\, \sigma \frac{a}{l}$ ist, der Werth des σ aber sich sehr wenig ändert.

In den Vorhergehenden bemerkt man die Anwendung der gemachten Untersuchungen auf einen Fall, der in der Akustik häufig berührt wird. In b) wurde angenommen $\mathfrak{T} = 0$, $\mathfrak{U} = 0$, dieses ist streng genommen in Bezug auf $\mathfrak{T} = 0$ nie zu realisiren, nur für $\mathfrak{M} = \infty$ kann man auf andere Weise als durch Anbringen einer Masse dieser Bedingung genügen. In der That muss eine unendliche Masse durch die den Stab bewegenden Kräfte in Ruhe bleiben, und daher gleichbedeutend sein mit einer Fixirung des freien Endes, jedoch so, dass es noch den übrigen Bedingungen genügen kann, d. h. die Tangente an demselben keine unveränderliche Lage behält. Man würde dieses durch eine Drehungsaxe senkrecht auf die Schwingungsebene oder durch Anstemmen des freien Endes an eine fixe Widerlage erreichen. Jetzt ist aber auch die angehängte Masse als in einen Punkt concentrirt zu betrachten, und somit obigen Bedingungen genügt. Das in a) von den Grenzlagen der zweiten Curve Gesagte, dass sie nämlich in unter sich parallele, auf der Abscissenaxe senkrechte Gerade übergeht, die diese in den Entfernungen $0,\ 5\frac{\pi}{4},\ 9\frac{\pi}{4},\ 13\frac{\pi}{4} \ldots$ schneidet, zeigt aber, dass sich die Tonhöhen eines solchen Stabes, übereinstimmend mit den bekannten Thatsachen, wie die Quadrate von

$$0, \quad \frac{5}{4l}, \quad \frac{9}{4l}, \quad \frac{13}{4l}, \ldots$$

verhalten. Dieselbe Übereinstimmung ergibt sich in der Lage der Knotenpunkte.

II. Experimentelle Bestätigung der entwickelten Relationen.

Es wird nicht überflüssig sein einige Versuche anzuführen, die eine Bestätigung der im vorhergehenden Abschnitt aufgestellten Thatsachen ermöglichen, nicht sowohl um die Richtigkeit der gemachten Voraussetzungen darzuthun, als vielmehr über die eingeführten Näherungen, die durch die Complication des gestellten Problems nothwendig wurden, sich einige Beruhigung zu verschaffen. Es wird dabei vor Allem die Abhängigkeit der Schwingungsdauer eine nähere Untersuchung bedürfen, und es wäre nur noch nöthig sich über ein Mittel zu entscheiden, diese schnell und ohne zu grosse Umständlichkeiten zu bestimmen. Die directe Vergleichung der Tonhöhen hat immer seine Schwierigkeiten, kann auch bei der Belastung seinen Dienst ganz versagen, wenn die Schwingungsdauer zu gross wird. Auch die graphische Methode wird man gern umgehen, wenn man für sie eine andere, wenigstens für diese Fälle bequeme und empfindliche Art der Beobachtung substituiren kann. Es möge daher erlaubt sein, den eingeschlagenen Weg näher zu beleuchten.

Bekanntlich hat in neuester Zeit Lissajous auf eine sehr sinnreiche Weise die Interferenz zweier senkrecht auf einander polarisirten Schwingungen von verschiedener Schwingungsdauer studirt, indem er von zwei Stimmgabeln, die in auf einander senkrechten Ebenen oscillirten, und an ihren zugekehrten Seiten zwei Spiegel trugen, einen leuchtenden Punkt reflectiren liess, dessen Bild sodann die entsprechende Interferenzcurve beschrieb und diese als leuchtende Linie sichtbar machte. Um möglichst viele Fälle zu umfassen, benöthigt man jedoch eine bedeutende Sammlung von Stimmgabeln, und wird überhaupt eine sehr sorgfältige Aufstellung erfordert. Man kann jedoch auf eine weit einfachere Art zum Ziele gelangen, wobei freilich der Vortheil, den entsprechenden Combinationston zu hören, in manchen Fällen wegfallen wird. Setzt man in Gleichung 56), was immer erlaubt ist,

$$XE = A \cos \varphi \quad , \quad XE' = A \sin \varphi,$$

so wird

$$y = A \sin (\gamma s^2 t + \varphi) \tag{80}$$

oder, wenn T die Schwingungsdauer, und $\varphi = \frac{2\pi\Delta}{T}$ gesetzt wird, auch

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} (t + \Delta) \right). \tag{81}$$

Was also die Anfangsbedingungen sein mögen, immer lässt sich die Abweichung eines Theilchens von der Gleichgewichtslage durch eine Gleichung von der Form wie 81) darstellen. Es sei nun die Gleichgewichtslage eines Theilchens zugleich O der Ursprung der Coordinaten, und auf dasselbe wirken die Kräfte nach den Axen x und y, die denselben eine Schwingung von der Dauer T_x und T_y mittheilen. Die Curve, die dieses Theilchen beschreibt, wird dann bekanntlich erhalten, wenn man aus den Gleichungen

$$x = A \sin \frac{2\pi}{T_x} (t + \Delta), \qquad y = B \sin \frac{2\pi}{T_y} (t + \Delta'),$$

die Zeit t eliminirt.

Bewegt man eine auf Ox senkrechte Gerade so, dass ihre Durchschnitte mit Ox den Werthen von x, und eine zweite senkrecht auf Oy, so dass die Werthe von y ihre Durch-

schnittspunkte bestimmen für jedes t, so ist der Durchschnittspunkt dieser Geraden die Lage des Beweglichen zur Zeit t, und seine Bewegung ist die des schwingenden Theilchens. Diese beiden Geraden sind in dem Versuche von Lissajous nichts anderes als die Durchschnitte von Ebenen, die man sich senkrecht auf die beiden Spiegel- und Oscillationsebenen gelegt denkt, mit einer vor das Auge gehaltenen auffangenden Ebene. Bei den hier anzuführenden Versuchen wurden die Curven auf andere Art erhalten.

a) Man nehme zwei an ihrem untern Ende eingeklemmte Stäbe und befestige an ihren freien Enden kleine Schirme, in welchen zwei feine Spalten eingeschnitten sind, so gestellt, dass diese senkrecht auf einander stehen. Bringt man beide Stäbe in Schwingungen, so dass auf jedem Stab nur eine Schwingungsart vorkömmt, so kann man, wie sie auch beschaffen sein mag, diese immer in zwei Componenten zerlegt denken, wovon die eine senkrecht auf der Spalte steht. Die Spalten sind daher für diese Componenten nichts anderes, als die oben erwähnten Geraden, und sieht man von oben durch dieselben nach einer gut beleuchteten Fläche, entweder mit freiem Auge oder mit einer Loupe, so erscheint der Durchschnittspunkt hell auf dunklem Grunde und zeigt beim Oscilliren der Stäbe die entsprechende Oscillationscurve.

Die zu den Spalten parallelen Componenten haben natürlich auf die Lage ihres Durchschnittspunktes keinen Einfluss, allein bei messenden Versuchen wird man immer gut thun, die Stäbe so breit zu nehmen, dass sie geradlinig schwingen und die Spalten senkrecht auf die Schwingungsebenen anzubringen (Fig. 2, Taf. I).

Um den Einfluss der Belastung bei constanter Länge zu studiren, ist diese Methode sehr geeignet, allein um eine Veränderung von T durch Verkürzen eines Stabes hervorzubringen. wird sie wenig Spielraum darbieten, da das Abnehmen der Amplituden bald sehr stören wird. Für solche Fälle kann man sich anders helfen und zugleich eine bequeme Art erhalten, Schwerpunkt und Trägheitsmoment der angehängten Masse zu berücksichtigen.

b) An einem Stab von hinreichender Breite wird (Fig. 3, Taf. I) durch eine Klemmvorrichtung ein Metallstück $\mathfrak{M}$ befestigt, welches nach aufwärts gerichtet den zweiten Stab $\mathfrak{M}S$ trägt, so dass die Breitendimensionen dieser beiden Stäbe auf einander senkrecht stehen. An dem obern Ende dieses letztern befindet sich ein kleiner hellpolirter Knopf K. Nach unten zu ist an $\mathfrak{M}$ eine Verlängerung angebracht, die das Laufgewicht Q trägt. Bringt man beide Stäbe aus ihrer Gleichgewichtslage, so ist leicht einzusehen, dass K die zu ihren Schwingungsdauern gehörige Interferenzcurve beschreibt, denn dieser Punkt befindet sich in der That zur Zeit t in beiden oben angeführten Geraden, somit in ihren Durchschnittspunkt. Die Curven selbst werden durch den in K entstehenden Lichtpunkt wie beim Kaleidophon sichtbar. Verkürzt man auch den untern Stab bedeutend, so bleiben doch die von ihm herrührenden Amplituden gross genug, weil die Winkelbewegung der Tangente an $\mathfrak{M}$ durch den Arm $\mathfrak{M}S$ hinreichend sichtbar wird.

Obwohl der obere Stab, der einen Theil der Belastung des untern ausmacht, bei seiner Bewegung die Gestalt verändert, wird man nichts desto weniger ohne Bedenken $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{T}$ der angehängten Masse als constant annehmen können. Diese Vorrichtung lässt sich umgekehrt sehr gut benützen die Interferenzcurven darzustellen, da man im Stande ist die Schwingungsdauer des untern Stabes für jede Länge zu berechnen. Auch geben diese Methoden, da die einfachste Schwingung ohne Knoten am leichtesten hervorzubringen ist, Gelegenheit die aufgestellten Formeln gerade für den ungünstigsten Fall zu untersuchen.

Bevor man jedoch zu den Versuchen selbst übergeht, muss man die Abhängigkeit der Gestalt der Interferenzcurven von den Schwingungsdauern T_x und T_y kennen. Es ist dabei nur nothwendig, gewisse Stücke an ihnen zu beobachten um sofort $\frac{T_x}{T_y}$ zu finden, wie sich aus einer Analyse ihrer allgemeinen Gleichung ergibt, und überdies ist die graphische Darstellung so einfach, dass man für die vorzüglichsten Fälle eine Tafel geben kann. Dieses ist in der That von Lissajous geleistet worden, vielleicht auch eine Discussion dieser Curven, allein es standen keine Mittel zu Gebote etwas Näheres darüber zu erfahren, daher es entschuldigt werden möge, wenn hier eine vielleicht weniger vollständige Darstellung einiger besonders nützlichen Eigenschaften versucht wird.

Da der Zeitpunkt, von welchem an t gezählt wird, willkürlich bleibt, so kann man für die beiden Componenten setzen:

$$82)\qquad x = a \sin 2\pi \frac{t}{T_x}, \qquad y = b \sin 2\pi \frac{t+\Delta}{T_y}$$

Lässt man die Zeit sich continuirlich ändern, so wird das Bewegliche seine Bahn durchlaufen und möglicherweise wieder zum Ausgangspunkt zurückkehren. Die Zeit T nach welcher dieses geschieht, oder die Schwingungsdauer der resultirenden Bewegung muss so beschaffen sein, dass sowohl in 82) als auch in den Ausdrücken für die Componenten der Geschwindigkeiten

$$83)\qquad \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi a}{T_x} \cos 2\pi \frac{t}{T_x}, \qquad \frac{dy}{dt} = \frac{2\pi b}{T_y} \cos 2\pi \frac{t+\Delta}{T_y}$$

durch Substitution von

$$t + T$$

an die Stelle von t nichts geändert wird, daher man haben muss, wenn A und B ganze Zahlen bedeuten,

$$T = A\,T_x = B\,T_y$$

oder

$$\frac{T_x}{T_y} = \frac{B}{A}$$

1. Da nun A und B die kleinsten Zahlen sein müssen, die dieser Bedingung genügen, so werden sie erhalten, wenn man $\frac{T_x}{T_y}$ auf die kleinste Benennung bringt, so dass A und B relative Primzahlen bedeuten. Ist aber T_x oder T_y incommensurabel, oder lässt sich $\frac{T_x}{T_y}$ durch Abkürzen nicht auf einen Bruch bringen, dessen Zähler und Nenner ganze Zahlen sind, so gibt es für diese Fälle keinen angebbaren Werth von T, und das Bewegliche durchläuft keine geschlossene Curve.

Eliminirt man aus 82) das t, so ist die Gleichung der Curven

$$84_a)\qquad 2\pi\Delta = T_y \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{y}{b}\right) - T_x \operatorname{arc}\left(\sin = \frac{x}{a}\right).$$

Heissen ξ und η die kleinsten Bogen die zu den Sinussen $\frac{x}{a}$ und $\frac{y}{b}$ gehören so kann man für die Bogen nicht nur $\xi + \alpha . 2\pi$, $\eta + \beta . 2\pi$ sondern auch $-\xi + \alpha' . 2\pi \pm \pi$, $-\eta + \beta' . 2\pi \pm \pi$

setzen, und hat daher, je nachdem man 84_a) nach x oder y auflöst, $T_x = Bm$, $T_y = Am$ setzt, die folgenden Doppelgleichungen

$$85_b) \quad \begin{aligned} &R)\ x = a \sin\left\{\frac{A}{B}\eta - \frac{2\pi\Delta}{mB} + \beta.\frac{A}{B}.2\pi\right\},\quad y = b \sin\left\{\frac{B}{A}\xi + \frac{2\pi\Delta}{mA} + \alpha\frac{B}{A}2\pi\right\} \\ &R')\ x = a \sin\left\{-\frac{A}{B}\eta - \frac{2\pi\Delta}{mB} + \beta'\frac{A}{B}.2\pi \pm \frac{A}{B}\pi\right\}, y = b \sin\left\{-\frac{B}{A}\xi + \frac{2\pi\Delta}{mA} + \alpha'\frac{B}{A}2\pi \pm \frac{B}{A}\pi\right\} \end{aligned}$$

wo das untere Zeichen für negative ξ oder η zu nehmen ist.

Will man alle möglichen y, die einem bestimmten x entsprechen, erhalten, so braucht man nur für α und α' alle möglichen Werthe zu setzen, diese sind aber nur von 0 bis $A - 1$ zu nehmen, denn für grössere Werthe kehren sowohl dieselben y als auch $\frac{dy}{dt}$ wieder. Dasselbe gilt von x bezüglich $B - 1$ und man schliesst:

2. Eine auf Ox Senkrechte wird von der Curve im Allgemeinen $2A$ mal, eine auf Oy Senkrechte aber $2B$ mal geschnitten. Ist das Verhältniss $\frac{T_x}{T_y}$ nicht durch ganze Zahlen ausdrückbar, so wird die Zahl der Durchschnittspunkte unendlich gross.

Die Curven ändern sich mit dem Δ; kömmt man jedoch bei einem gewissen Δ an, so kehren die Curven in derselben Ordnung wieder. Um dieses Intervall zu bestimmen, innerhalb welchen man Δ zu variiren hat, um alle möglichen zu T_x und T_y gehörigen Curven zu umfassen, betrachte man die Gleichungen 82). Setzt man hier $\Delta' = \Delta + \delta$, so werden wohl für dasselbe t andere x und y folgen, allein wenn nur von einer gewissen Zeit $t + \tau$ an, sowohl die x und y als auch die Geschwindigkeitscomponenten identisch mit denen von $\delta = 0$ werden, so sind die beiden Curven selbst identisch. Dazu ist aber erforderlich, wenn γ_x und γ_y ganze Zahlen sind, dass man hat

$$\tau = \gamma_x T_x \quad . \quad \tau + \delta = \gamma_y T_y$$

woraus folgt

$$\delta = \gamma_y T_y - \gamma_x T_x$$

und

$$\frac{\delta}{m} = \gamma_y A - \gamma_x B$$

denn man will ja den kleinsten Werth von δ, der obigen Bedingungen genügt. Da der rechte Theil nur eine ganze Zahl sein kann, so muss es auch der linke, woraus man schliesst

$$\delta = m, \quad 1 = \gamma_y A - \gamma_x B$$

3. Um alle möglichen zu T_x und T_y gehörenden Curven zu erhalten, braucht man Δ nur zwischen den Grenzen $\Delta = 0$ und $\Delta = m$ sich ändern zu lassen, und da Δ immer als ein Bruchtheil von m erscheint, so ist die Form der Curven nur von A und B, nicht aber von T_x und T_y selbst abhängig.

Setzt man das erste Differentiale von y und x der Nulle gleich, so erhält man die Maxima oder Minima für die einzelnen Curvenäste, u. z. B. für y die Gleichung

$$0 = b \cos\left\{\frac{B}{A}.\ \text{arc}\left(\sin = \frac{x}{a}\right) + \frac{2\pi\Delta}{mA}\right\}\frac{B}{A}\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}} = b.\ \cos\left\{\text{arc}\left(\sin = \frac{y}{b}\right)\right\}\frac{B}{A}\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}}$$

Diese Gleichung ist nur für $y = \pm b$ erfüllt, und setzt man $\eta = \pm \frac{\pi}{2}$ in den Ausdruck für x in 84_b), so zeigt sich, dass aus R und R', die gleichen Werthen von η und β entsprechen den x zusammenfallen, mithin nur $2B$ verschiedene x für $y = \pm b$ sein können.

4. Construirt man sich um O als Mittelpunkt ein Rechteck, dessen Seiten parallel zu Ox und Oy bezüglich die Längen $2a$ und $2b$ haben, so bleibt die Curve innerhalb dieses Rechteckes eingeschlossen, alle mit Ox und Oy parallelen Tangenten fallen mit den Rechteckseiten zusammen, die von der Curve im ganzen $2A + 2B$ mal, jede einzelne aber, und zwar von denen zu Ox parallelen B mal, von denen zu Oy parallelen aber A mal tangirt werden.

Nennt man y_1 und y_2 zwei zu demselben x gehörige y, und macht die Summe, so wird, indem man diese y blos aus R oder R' genommen denkt,

$$R)\ y_1 + y_2 = 2b \sin\left\{\frac{B}{A}\xi + \frac{2\pi\omega}{A} + (\alpha_1 + \alpha_2)\frac{B}{A}\pi\right\} \cos\left\{(\alpha_1 - \alpha_2)\frac{B}{A}\pi\right\}$$

$$R')\ y'_1 + y'_2 = 2b \sin\left\{-\frac{B}{A}(\xi \mp \pi) + \frac{2\pi\omega}{A} + (\alpha'_1 + \alpha'_2)\frac{B}{A}\pi\right\} \cos\left\{(\alpha'_1 - \alpha'_2)\frac{B}{A}\pi\right\}$$

wo $\Delta = m\omega$ gesetzt ist, so dass ω einen echten Bruch bezeichnet. Jede dieser Summen wird unabhängig von ξ und Δ Null, wenn $(\alpha_1 - \alpha_2)\frac{B}{A}\pi$ ein ungerades Vielfache von $\frac{\pi}{2}$ ist. Dazu wird aber erfordert, dass A gerade sei, denn dann kann man α_1 und α_2 so wählen, dass sie sich nur um $\frac{A}{2}$ unterscheiden, d. h. zu gleicher Zeit setzen:
$\alpha_1 = \left(1, 2, 3 \ldots \frac{A}{2} - 1\right)$, $\alpha_2 = \left(\frac{A}{2}, \frac{A}{2} + 1, \ldots A - 1\right)$, wodurch alle α und somit alle möglichen y umfasst werden, die zu einem bestimmten x gehören. Unter diesen sind also immer je zwei gleich, dem Zeichen nach entgegengesetzt, woraus folgt:

5. Ist A gerade, so sind die Curven, was auch Δ sei, symmetrisch in Bezug auf die Axe der x, und ebenso in Bezug auf Oy wenn B gerade ist, und da A und B nicht zu gleicher Zeit gerade sein können, so wird mit Ausnahme einiger gleich zu besprechender Fälle, nur eine Axe der Symmetrie vorkommen.

Macht man die Summe zweier aus R und R' genommenen y, so ist:

$$y + y' = 2b \sin\left\{\frac{2\pi\omega}{A} + (2\alpha + \alpha' \pm 1)\frac{B}{A}\cdot\frac{\pi}{2}\right\} \cos\left\{\frac{B}{A}\xi \pm \frac{B}{A}\frac{\pi}{2} + (\alpha - \alpha')\frac{B}{A}\pi\right\}$$

Dieser Ausdruck kann nicht mehr unabhängig von ω für jedes x Null werden, um aber die Abhängigkeit von ω zu finden, diene folgende Bemerkung.

Es muss zunächst $4\omega + (2\alpha + 2\alpha' \pm 1)B$ ein gerades Vielfache von A sein $= gA$, dieses erfordert vor Allem dass $\omega = o$ oder $\omega = \frac{1}{2}$ für gerade B, $\omega = \frac{1}{4}$ oder $\omega = \frac{3}{4}$ für ungerade B sei. Dann folgt weiter:

$$2\alpha + 2\alpha' \pm 1 = \frac{gA - 4\omega}{B}$$

der rechte Theil muss ungerade sein, weil es der linke ist, dieses ist aber immer für die zusammengehörend angeführten ω und B möglich. Aus

$$\frac{gA-4\omega}{B}=u \text{ folgt } g=\frac{Bu+4\omega}{A}$$

welcher Gleichung immer durch einen Werth von $2u$ genügt werden kann der kleiner als A ist. Man hat daher:

$$\alpha'=\frac{u\mp 1}{2}-\alpha$$

Von $\alpha=0$ bis $\alpha=\frac{u\mp 1}{2}$ gibt diese Gleichung die α' von $\alpha'=0$ bis $\alpha'=\frac{u\mp 1}{2}$.

Da aber der Gleichung für g auch genügt wird, wenn man an die Stelle von u, $u+2A$ setzt, so ist auch:

$$\alpha'=\frac{u\mp 1}{2}+A-\alpha,$$

und diese Gleichung gibt für die α von $\alpha=\frac{u\mp 1}{2}+1$ bis $\alpha=A-1$, auch die α' innerhalb dieser Grenzen. Es ist somit erwiesen, dass der Gleichung für $2\alpha+2\alpha'\pm 1$ immer genügt werden kann, wobei man zugleich alle α und α', oder was dasselbe sagen will, alle aus R und R' gezogenen y berücksichtigt. Eine ähnliche Betrachtung für x durchgeführt, ergibt, indem man nur das von B gesagte auf A zu beziehen braucht, folgenden Satz:

6. Die in 5) angedeutete Ausnahme bezieht sich darauf, dass die Curven auch für ungerade A symmetrisch in Bezug auf Ox, und ebenso für ungerade B symmetrisch in Bezug auf Oy werden können, und zwar: ist Ox eine Axe der Symmetrie, und A ungerade, für gerade B und $\omega=0$, $\omega=\frac{1}{2}$

für ungerade B und $\omega=\frac{1}{4}$, $\omega=\frac{3}{4}$

und Oy eine Axe der Symmetrie, bei ungeraden B, für gerade A, und $\omega=0$, $\omega=\frac{1}{2}$

für ungerade A, und $\omega=\frac{1}{4}$, $\omega=\frac{3}{4}$.

Untersucht man den allgemeinen Ausdruck für die Differenz zweier nicht zu denselben x gehörigen y, und die Bedingung wann sie Null wird, so kömmt man zu neuen Eigenschaften, wenn man zwei aus R und R' genommene y vergleicht.

Diese Differenz ist:

$$y-y'=2b\cos\left\{(\xi-\xi')\frac{B}{2A}+\frac{\pi(\omega+\omega')}{A}+(2\alpha+2\alpha'\pm 1)\frac{B}{A}\frac{\pi}{2}\right\}\times$$
$$\times\sin\left\{(\xi+\xi')\frac{B}{2A}+\frac{\pi(\omega-\omega')}{A}+(2\alpha-2\alpha'\pm 1)\frac{B}{A}\cdot\frac{\pi}{2}\right\}$$

und sie wird, den zweiten Factor berücksichtigt, nur dann unabhängig von x Null, wenn man in den beiden zu ω und ω' gehörigen Curven $\xi=-\xi'$ nimmt. Der Ausdruck unter dem Zeichen sin. muss dann ein ganzes Vielfaches von π werden, was möglich wird, wenn $\omega-\omega'=-\frac{1}{2}$ ist, weil dann $-1+(2\alpha-2\alpha'+1)B$ ein Vielfaches von $2A$ für B ungerade, oder $B=2p+1$ ergibt, oder die Relation:

$$\frac{1}{2}\Big(-1+(2\alpha-2\alpha'+1)B\Big)=(\alpha-\alpha')(2p+1)+p=kA$$

der immer durch $\alpha - \alpha' = n$, wo n kleiner als A, genügt werden kann. Es ist dann für $\alpha = n$, $\alpha' = 0$, für $\alpha = A - 1$, $\alpha' = A - n - 1$, es genügt aber auch $n - A$ der obigen Gleichung, und es wird für $\alpha = n - 1$, $\alpha' = A - 1$, $\alpha = 0$, $\alpha' = A - n$, so dass alle möglichen α und α' berücksichtigt sind. Was also in der zu ω gehörigen Curve auf der Seite der positiven x gelegen war, liegt in der zu $\omega + \frac{1}{2}$ gehörigen auf der Seite der negativen x, und umgekehrt. Macht man noch dieselbe Untersuchung mit den Ausdrücken für x, und berücksichtigt 5), so folgt:

7. Sind zwei Curven die zu denselben A und B gehören, in ihren ω um $\frac{1}{2}$ verschieden, so sind diese der Form nach identisch, der Lage nach aber verschieden, und zwar erhält man aus der zu ω gehörigen Curve, die zu $\omega + \frac{1}{2}$ gehörige, wenn man sich erstere um jene Coordinatenaxe gedreht denkt, die keine Axe der Symmetrie ist. Für ungerade A und B bleibt also diese Axe ganz willkürlich.

Setzt man jedoch $\xi = \xi'$, und betrachtet den ersten Theil in $y - y'$, so sieht man sogleich, dass die Differenz Null wird, wenn

$$\frac{\pi}{2} \cdot \frac{2(\omega + \omega') + (2\alpha + 2\alpha' \pm 1) B}{A}$$

ein ungerades Vielfache von $\frac{\pi}{2}$ ist. Ein ungerades B macht den ganzen Zähler ungerade, wenn $\omega + \omega'$ nicht $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{2}$ ist. Für gerade A müssen daher diese Werthe angenommen werden, damit der Quotient eine ungerade Zahl sein kann. Ist aber A ungerade, so muss der Zähler auch ungerade sein, was für gerade B wieder nur für $\omega + \omega' = \frac{1}{2}$ oder $\omega + \omega' = \frac{3}{2}$, für ungerade B aber nur für $\omega + \omega' = 1$ möglich ist. Berücksichtigt man noch das zu 6) erwähnte, dass nämlich die α immer diesen Bedingungen gemäss gewählt werden können, so folgt:

8. Für ungerade A und B sind die von $\omega = \frac{1}{2}$, für A oder B gerade aber die von $\omega = \frac{1}{4}$ oder $\omega = \frac{3}{4}$ im positiven und negativen Sinn zu gleich weit abstehenden ω gehörigen Curven der Gestalt und Lage nach identisch.

Die zu den eben genannten Phasendifferenzen gehörigen Curven sind aber auch durch ihre Gestalt von den übrigen ausgezeichnet. Denn setzt man $\xi = \xi'$ und $\omega = \omega'$ so wird:

$$y - y' = 2b \cos\left\{\frac{2\pi\omega}{A} + (2\alpha - 2\alpha' \pm 1)\frac{B}{A} \cdot \frac{\pi}{2}\right\} \sin\left\{\frac{B}{A}\xi + (2\alpha - 2\alpha' \mp 1)\frac{B}{A} \cdot \frac{\pi}{2}\right\}.$$

Indem man bemerkt, dass der erste Factor identisch ist mit dem in 8) behandelten, kann man sogleich sagen:

9. Für ungerade A und B fallen für $\omega = 0$ und $\omega' = \frac{1}{2}$, für A oder B gerade aber für $\omega = \frac{1}{4}$ und $\omega' = \frac{3}{4}$ die aus R) und R') durch Verändern des x sich ergebenden Curvenäste übereinander, die Curven erhalten in Folge dessen eine einfachere Gestalt, und die Anzahl der Tangirungspunkte sollte jetzt halb so gross, also $\frac{A}{2}$ und $\frac{B}{2}$ werden.

Es ist aber wenigstens eine von den Zahlen A und B ungerade, daher müssen gewisse Äste so übereinander fallen, dass diese an die Seiten des Rechteckes kommen, ohne daselbst zu tangiren, oder es müssen Rückkehrpunkte auftreten. An diesen werden aber die Richtungen der Tangenten unbestimmt, daher muss für $x = \pm\, a$

$$\frac{dy}{d\alpha} = b\,.\cos\left\{\text{arc}\left(\sin = \frac{4}{b}\right)\right\}\frac{B}{A}\,\frac{1}{\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}}$$

die Form $\frac{0}{0}$ annehmen, oder $y = \pm\, b$ sein.

Um sich zu überzeugen, dass für die in 9) erwähnten ω wirklich diese Rückkehrpunkte vorkommen, nehme man die Gleichung für y, die jetzt sowohl für R als auch für R' identisch wird:

$$85)\qquad y = b\sin\left\{\frac{B}{A}\,\xi + \frac{2\pi\omega}{A} + \alpha\,\frac{B}{A}\,.\,2\pi\right\}$$

Darin braucht man wegen 7) nur einen von den zusammengehörigen Werthen von ω zu betrachten, da diese um $\frac{1}{2}$ von einander verschieden sind. Für $\xi = \pm\,\frac{\pi}{2}$ soll nun $y = \pm\, b$ werden. — Sind daher A und B ungerade, so muss, $x = +\, a$ vorausgesetzt,

$$\frac{(4\alpha + 1)\,B}{A}$$

eine ungerade Zahl werden. Dieser Bedingung kann abèr immer genügt werden, denn setzt man zu gleicher Zeit:

$$\frac{A}{4} = k + \frac{p}{4}, \qquad \alpha = \frac{A^2 - 1}{4} - kA$$

wodurch α eine ganze Zahl wird, weil $A^2 - 1$ immer durch 4 theilbar ist, zugleich positiv und kleiner als A bleibt, so kommt:

$$\frac{(4\alpha + 1)\,B}{A} = pB = (1,\ 3,)\ B$$

da p nur 1 oder 3 sein kann.

Für $x = -\, a$ setze man:

$$\frac{A}{4} = k + \frac{p}{4}, \qquad \alpha = (k + 1)\,A - \frac{A^2-1}{4}$$

dann wird:

$$\frac{(4\alpha + 1)\,B}{A} = (4-p)\,B = (3,\ 1,)\ B$$

so dass die $x = a$ und $x = -\, a$ entsprechenden y immer entgegengesetzte Zeichen haben.

Ist aber B gerade, daher $\omega = 1$, so muss jetzt $x = +\, a$ vorausgesetzt,

$$\frac{1 + (4\alpha+1)\,B}{A}$$

eine ungerade Zahl werden. Man kann aber α immer aus der Gleichung bestimmen

$$(4\alpha - nA)\,B = A - B - 1$$

wo n eine gerade Zahl bedeutet, denn links und rechts vom Gleichheitszeichen stehen gerade Zahlen, und es ist dann

$$\frac{1+(4\alpha+1)B}{A}=Bn+1$$

für $x=-1$ braucht man nur zu setzen

$$\alpha-\alpha'=\frac{1\pm A}{2} \quad . \quad \left\{4\alpha'-\left[n\pm 4\frac{B}{2}\right]A\right\}B=A-B-1,$$

und hat dann

$$\frac{1+(4\alpha'-1)B}{A}=Bn+1\pm 4\frac{B}{2}$$

woraus man sogleich sieht, dass, da diese ungerade Zahl sich von der vorhergehenden nur um ein Vielfaches von 4 unterscheidet, die zu $x=a$ und $x=-a$ gehörenden y dasselbe Zeichen behalten. Eine ähnliche Untersuchung müsste für die Gleichung der x gemacht werden, und man schliesst daher mit Rücksicht auf 7):

10. In den unter 9) betrachteten Fällen haben die Curven Rückkehrpunkte, und zwar zwei; diese liegen für A und B ungerade an den Endpunkten einer Diagonale des umschriebenen Rechteckes, so dass für jede der beiden oben angeführten Phasendifferenzen eine andere der beiden Diagonalen gehört. Ist aber eine der Zahlen A oder B gerade, so liegen diese Punkte an den Endpunkten derjenigen Rechteckseite, die auf der Axe der Symmetrie senkrecht steht, und es wechselt diese wieder für die beiden Phasendifferenzen. Will man aus diesen Curven auf A und B schliessen, so hat man die Rückkehrpunkte gleichsam als $\frac{1}{2}$ zur Zahl der an einer Seite vorkommenden Tangirungspunkte hinzuzugeben.

Fig. 4, Taf. I zeigt den allmählichen Übergang in einen der obigen Fälle für $A=5$, $B=6$, und die zu R und R' gehörigen Curvenäste sind in Bezug auf den Ausdruck für y, durch die punktirten und ausgezogenen Linien von einander unterschieden.

Der zweite Factor in der zu 9) gehörigen Gleichung führt ebenfalls zu bemerkenswerthen Eigenschaften, denn wird der Ausdruck unter dem Zeichen sin. ein Vielfaches von π, so wird $y-y'$ Null für die entsprechenden ξ, was auch ω sei, daher sich die Curvenäste unter einander schneiden, oder Vielfache Punkte haben müssen. Um zunächst $\frac{B}{A}\cdot\frac{\pi}{2}$ wegfallen zu machen, setze man, ξ als Bruchtheil von π betrachtet,

$$\xi=\frac{\pi}{2}-\frac{m}{n}\pi$$

wodurch der zweite Factor wird

$$\sin\left\{-\frac{B}{A}\cdot\frac{m}{n}\pi+(\alpha-\alpha')\frac{B}{A}\pi\right\}$$

Setzt man $\frac{B}{A}=p+\frac{p'}{A}$, so dass also

$$-\frac{B}{A}\cdot\frac{m}{n}\pi+(\alpha-\alpha')\frac{p'}{A}$$

eine ganze Zahl sein muss, so genügt man dieser Bedingung, indem man $n = B$ setzt, wo dann $m < B$ bleiben muss, denn es ist immer möglich der Gleichung

$$\frac{-m + (\alpha - \alpha')p'}{A} = \pm k$$

durch einen positiven oder negativen Werth von $\alpha - \alpha'$ zu genügen, der kleiner als A ist, und k eine ganze Zahl bedeutet. Ist $\delta = \alpha - \alpha'$ so umfasst man zugleich alle möglichen α', wenn α alle möglichen Werthe annimmt, denn es genügt ja auch $-A + \delta$ der vorigen Gleichung.

Es ordnen sich also alle zu $\xi = -\frac{m}{B}\pi + \frac{\pi}{2}$ gehörigen y so, dass immer je zwei aus R und R' genommene übereinanderfallen, mithin gibt es für jedes ξ, A solcher Durchschnittspunkte.

Dieses sind jedoch noch nicht alle möglichen vielfachen Punkte, denn es würden auch die zu R und R' gehörigen Curvenäste sich untereinander und nicht blos gegenseitig schneiden. Allein Punkte, die der Gleichung für y zu Folge z. B. dem aus R genommenen Curvenaste angehören, gehören in den Gleichungen für x, zweien aus R und R' sich ergebenden an. In der That zwei in Bezug auf y nur zu R gehörende Curvenäste können sich nicht schneiden, wenn sie nicht wenigstens einmal die zu Ox parallelen Rechteckseiten tangirt haben. Da aber in den Tangirungspunkten die aus R und R' kommenden Curvenäste zusammentreffen, so ist obige Behauptung erwiesen und gleichgiltig, ob man zur Bestimmung der übrigen vielfachen Punkte die Differenzen der aus R und R' folgenden für jede Reihe besonders bildet, oder ob man in den Gleichungen für x, die Differenzen solcher aus R und R' genommenen untersucht. Für diese Differenzen $x - x'$ gelten aber dieselben Schlüsse, man hat nur A mit B zu verwechseln.

Berücksichtigt man also die Werthe: $\xi = \frac{\pi}{2} - \frac{m}{B}\pi$, $\eta = \frac{\pi}{2} - \frac{m'}{A}\pi$, und die zugehörigen y und x, so gelangt man zu folgender Construction.

11. Man beschreibe über zwei, zu OX und OY parallelen Rechteckseiten zwei Halbkreise und theile den mit dem Radius a in B, den mit b in A gleiche Theile (Fig. 4, Taf. I). Zieht man durch diese Theilungspunkte Parallele zu OY und OX, so liegen auf einer jeden der erstern A, auf einer jeden der letztern B vielfache Punkte. Alle vielfachen Punkte finden sich auf diesen Geraden vertheilt, bleiben auf denselben, wie sich auch ω ändern mag, so dass sie nur eine Verschiebung in den oben genannten Geraden erleiden und ihre Anzahl ist:

$$A(B-1) + B(A-1) = 2AB - (A+B)$$

Die unter 9) erwähnten Curven müssen auch weniger vielfache Punkte haben, und da hier jeder Curvenast zweien in der allgemeinen Form entspricht, so muss auch jedem vielfachen Punkte dieser Curven vier in den andern Curven vor den Übereinanderfallen je zweier Äste entsprechen. Es können aber wegen 11) diese Punkte nur in den Durchschnittspunkten der dort angegebenen Geraden liegen, deren es $(A-1)(B-1)$ gibt, und daher wegen 7) in jeder Curve nur $\frac{(A-1)(B-1)}{2}$ vorhanden sein, indem durch das Umlegen der Curve um die Axe, die keine Axe der Symmetrie ist, keiner von den vielfachen Punkten auf einen in der ersten Lage fallen kann.

Es mögen nur noch einige Bemerkungen bezüglich der Geschwindigkeit des Beweglichen in den einzelnen Punkten der Curven gemacht werden. Transformirt man die Ausdrücke für die Geschwindigkeitscomponenten in ähnlicher Weise wie dieses für y geschah, und macht man die Summe aus jeder der Reihen R und R' einzeln, so sieht man, dass diese unter denselben Bedingungen wie $y_1 + y_2$ verschwinden, daher:

12. Die in 5) angeführten Axen der Symmetrie, sind es auch in Bezug auf die Geschwindigkeitscomponenten; und diese sind für entgegengesetzt bezeichnete x und y ebenfalls von entgegengesetzter Richtung.

Nimmt man aber die Differenz aus R und R', so verschwindet diese zugleich mit $y + y'$ also

13. Für die übrigen Fälle, wo die Curven symmetrisch werden, behalten die Componenten für entgegengesetzt gelegene Coordinaten dieselbe Grösse und Richtung bei;
und

14. Diese Richtungen werden entgegengesetzt für die Fälle 9), so dass in der zweiten Hälfte der Schwingungsdauer die Curve in entgegengesetzter Richtung durchlaufen wird, die singulären Punkte sind daher Rückkehrpunkte der Bewegung, und in ihnen die Geschwindigkeit Null.

Ferner hat man

$$\left(\frac{T_x}{2\pi}\right)^2\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + x^2 = a^2 \qquad \left(\frac{T_y}{2\pi}\right)^2\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + y^2 = b^2$$

woraus folgt, indem man die Geschwindigkeit in der Richtung der Tangente mit V bezeichnet

$$V = \pm \frac{2\pi}{T}\sqrt{\left\{A^2(a^2-x^2) + B^2(b^2-y^2)\right\}}.$$

15. Abgesehen vom Zeichen gehört zu denselben x und y auch eine gleiche Geschwindigkeit, sie ist ein Maximum für $x=0$ und $y=0$, wird aber Null für $x = \pm a$ und $y = \pm b$, in den Fällen, wo diese Werthe zu gleicher Zeit möglich sind.

Setzt man:

$$\alpha^2 = \frac{\left(\frac{2\pi}{TV}\right)^2(A^2a^2 + B^2b^2) - 1}{A^2\left(\frac{2\pi}{TV}\right)^2} \qquad \beta^2 = \frac{\left(\frac{2\pi}{TV}\right)^2(A^2a^2 + B^2b^2) - 1}{B^2\left(\frac{2\pi}{TV}\right)^2}$$

daher:

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{B}{A}$$

so folgt:

$$\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} = 1.$$

16. Beschreibt man um den Ursprung der Coordinaten als Mittelpunkt ein System ähnlicher Ellipsen, so dass $\alpha : \beta = B : A$ wird, so sind die Durchschnittspunkte mit den Interferenzcurven, die zu einer Ellipse gehören,

solche, wo das Bewegliche, abgesehen vom Zeichen, dieselbe Geschwindigkeit hat, was auch ω sein mag.

Die Taf. II enthält einige einfachere Fälle der Interferenzcurven, um $\frac{1}{8}$ fortschreitend, und nur von $\omega = 0$ bis $\omega = \frac{1}{4}$ ausgeführt, da man nach den aufgestellten Eigenschaften sehr leicht auf die zu den übrigen Phasendifferenzen gehörigen Formen schliessen kann.

Bei der Darstellung der Curven auf die eine oder andere der oben angeführten Art und Weise, hat man in gewissen Fällen einen eigenthümlichen Anblick. Oft scheint es nämlich, als ob eine bestimmte Interferenzcurve nach und nach alle möglichen Formen, die bei gegebenen A und B der Reihe nach auftreten, oder was dasselbe ist, dass alle ω von $\omega = 0$ bis $\omega = 1$ continuirlich durchlaufen würden. Diese Erscheinung zugleich mit dem Auftreten der Combinationsstösse, wurde schon von Lissajous bei seinen Versuchen bemerkt, und sie tritt immer ein, wenn die beiden interferirenden Schwingungen so beschaffen sind, dass ihr Verhältniss der Schwingungsdauern dem zu dem oscillirenden Curvensystem gehörigen schon sehr nahe kömmt, und je näher, desto langsamer sieht man das Oscilliren vor sich gehen. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, dass das Auge nur im Stande ist auf eine gewisse, sehr kleine Zeit τ einen vorübergehenden Lichteindruck zu behalten. Ist nun T grösser als τ, so kann das Auge nicht den Eindruck der ganzen Curve behalten, sondern nur den Theil derselben, der in der Zeit τ zurückgelegt wird. Ist nun die Curve sehr complicirt, also T sehr gross, so werden die unmittelbar auf einander folgenden Curvenäste einander so nahe kommen, dass das Auge sie nicht mehr zu unterscheiden vermag, und daher eine Partie der ganzen Curve als geschlossen erblickt. Die übrigen Erscheinungen erklären sich aus folgender Betrachtung:

Setzt man in der Gleichung der Interferenzcurve

$$2\,\pi\omega = A\,.\,\text{arc}\left(\sin = \frac{y}{b}\right) - B\,\text{arc}\left(\sin = \frac{x}{\alpha}\right)$$

$A = \mathfrak{A} + \alpha$, $B = \mathfrak{B} + \beta$ so erhält man, die Gleichung 82) berücksichtigend

$$88)\qquad 2\,\pi\left\{\omega\left(1 - \frac{\alpha}{A}\right) + \frac{t}{m}\left(\frac{\beta}{B} - \frac{\alpha}{A}\right)\right\} = \mathfrak{A}\,.\,\text{arc}\left(\sin = \frac{y}{b}\right) - \mathfrak{B}\,.\,\text{arc}\left(\sin = \frac{x}{a}\right)$$

17. Man kann demnach jede Interferenzcurve ansehen als entstanden aus einer andern, bei welcher die Phasendifferenz eine Function der Zeit ist.

Hat sich die Zeit von einem beliebigen Augenblick an um

$$\theta = \pm\,\frac{mAB}{A\beta - B\alpha}$$

geändert, so kehren dieselben Curven wieder, da die Differenz der ω die Einheit wird. Diese Zeit wird um so kleiner, je kleiner α und β werden, was immer bei den oben angedeuteten Fällen eintritt, und man sieht ein, wie es möglich wird, die zu $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ gehörige Curve in allen ihren aufeinander folgenden Phasendifferenzen zu sehen, statt der durch A und B bestimmten bei der Phasendifferenz ω.

Die Bemerkung 17) führt unmittelbar zu einer Eigenthümlichkeit der betrachteten Curven, indem man speciell als erzeugendes Curvensystem das zur Gleichheit von A und B, gehörige nimmt. Setzt man also

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{B} = 1$$

so erhält man aus 88) durch eine leichte Transformation, indem $\alpha = A - 1$, $\beta = B - 1$

$$\text{89)} \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{xy}{ab} 2 \cos 2\pi \left[\frac{A}{\omega} + \frac{t}{m}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right)\right] = \sin^2 2\pi \left[\frac{\omega}{A} + \frac{t}{m}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right)\right]$$

die Gleichung einer Ellipse.

Allein die Neigung der grossen Axe und die Grösse der beiden Halbaxen sind Functionen der Zeit. Die Ellipsen durchlaufen alle Gestalten, die sie durch Verändern der Phasendifferenz in der zu $A = B = 1$ gehörigen Interferenzcurve annehmen würden, gehen also von der geneigten Geraden allmählich in eine Ellipse, von dieser in diejenige, deren grosse Axe senkrecht auf Ox steht, sodann in die entgegengesetzt geneigte Ellipse und Gerade über u. s. f.; den jedesmaligen Neigungswinkel der grossen Axe findet man aus der Gleichung

$$\text{90)} \qquad \operatorname{tng} 2\varphi = \frac{2ab \cos 2\pi \left[\frac{\omega}{A} + \frac{t}{m}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right)\right]}{a^2 - b^2}$$

und die Zeit in welcher alle Phasendifferenzen durchlaufen sein müssen, damit der in der veränderlichen Ellipse sich bewegende Punkt die zu A, B gehörige Interferenzcurve beschreibt, ist

$$\theta = \pm \frac{mAB}{B - A}$$

und wenn man die Schwingungsdauer einführt

$$\theta = \pm \frac{T}{B - A}$$

wo das doppelte Zeichen θ immer positiv zu nehmen erlaubt.

Es möge nun gestattet sein einige Zahlenwerthe, wie sie die bis zu diesem Augenblick ausgeführten Versuche ergeben, vorzuführen. Sie beziehen sich auf die in Art. II zuerst beschriebene Methode, wo constante Längen angewendet werden. An den Stab, dessen Schwingungsdauer verändert werden sollte, wurde nicht ein Schirm mit einer Spalte, sondern ein hellpolirter feiner Drath in der Richtung derselben, der eine feine Lichtlinie erzeugte, angebracht, um auf diese Belastung die in *b)* zuerst angeführte Methode anwenden zu können. Die Längen wurden so lange regulirt, bis als Interferenzcurven die Ellipsen erschienen, somit die Schwingungsdauer an beiden Stäben gleich war. Nun wurde der den Drath tragende Stab belastet, durch ein Gewicht, welches mittelst zweier Gegenschrauben angedrückt (Fig. 2, Taf. I) eine möglichst kleine Berührungsfläche erforderte, und dieses Gewicht so lange verschoben, bis die zu $A = 3$, $B = 2$ gehörigen, und sodann die zu $A = 4$ und $B = 3$ gehörigen Interferenzcurven sich zeigten, wobei natürlich der zweite Stab unverändert blieb; sodann wurden durch ein grösseres Gewicht wieder die Curven (3, 2) erhalten. Auf diese Weise war das Verhältniss der Schwingungsdauer des belasteten und unbelasteten Stabes

bekannt. Die Länge l des Stabes musste noch wegen des am Ende befindlichen Drathes nach Gleichung 68) corrigirt werden, und man erhielt sodann folgende Daten:

$$M = 12\cdot807 \text{ grmm.} \qquad l = 325\cdot8^{\text{mm}}$$

$$\begin{array}{llll} 1) & (3,2) & \mathfrak{M} = \ \ 6\cdot960 \ \ „ & a = 271\cdot0 \\ 2) & (4,3) & \mathfrak{M} = \ \ 6\cdot960 \ \ „ & a = 230\cdot7 \\ 3) & (3,2) & \mathfrak{M} = 13\cdot585 \ \ „ & a = 213\cdot7 \end{array}$$

Nach der unter *a)* gegebenen ersten Näherungsformel wurden mit diesen Werthen die ξ berechnet und erhalten

$$\xi_1 = 0\cdot04432, \quad \xi_2 = -0\cdot05254, \quad \xi_3 = 0\cdot03291$$

daraus $\frac{\sigma}{\sigma_0}$ berechnet und quadrirt, gibt als berechnetes Verhältniss der Schwingungsdauern

1) 1·5018 2) 1·3280 3) 1·4796

während

1·5000 1·3333 1·5000

nach der Beobachtung sein soll. Diese erste Näherung ist also im ungünstigsten Falle bis auf 0·02 genau, wo doch im dritten Fall $\mathfrak{M}$ eine bedeutende Grösse hat. Man muss aber bedenken, dass, da hier die ξ sehr klein sind, der angewandte Näherungswerth für diese Fälle sehr günstig war.

Eine zweite Versuchsreihe wurde mit einem am Ende belasteten Stab gemacht, und die Schwingungsdauer durch verschiedene Gewichte verändert.

Es war hier:

$$M = 1\cdot9685 \text{ grmm.} \quad l = 122\cdot1^{\text{mm}}$$

$$\begin{array}{ll} (1,1) & \mathfrak{M} = 1\cdot901 \ \ „ \\ (4,3) & \mathfrak{M} = 3\cdot657 \ \ „ \\ (3,2) & \mathfrak{M} = 4\cdot735 \ \ „ \\ (2,1) & \mathfrak{M} = 8\cdot623 \ \ „ \end{array}$$

Die angehängten Gewichte waren von cylindrischer Form, in der Axe durchhohrt, so dass ein Befestigen im Schwerpunkt möglich war.

Geht man mit diesen Zahlen in die unter *b)* gegebene erste Näherungsformel, wo noch im rechten Theil $\xi = 0$ gesetzt ist, so findet man

		1. Theil	2. Theil
1)	(1, 1)	0·63460	0·16728
2)	(4, 3)	0·79411	0·10881
3)	(3, 2)	0·84654	0·08959
4)	(2, 1)	0·94169	0·05472

und daher weiter

$$\xi_1 = 0\cdot43716, \ \xi_2 = 0\cdot60079, \ \xi_3 = 0\cdot64796, \ \xi_4 = 0\cdot72557.$$

Damit erhält man

$$\sigma_1 = 1\cdot13363, \ \sigma_2 = 0\cdot97000, \ \sigma_3 = 0\cdot92283, \ \sigma_4 = 0\cdot84522.$$

Bildet man jetzt die Quotienten $\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$, $\frac{\sigma_1}{\sigma_3}$, $\frac{\sigma_1}{\sigma_4}$ und quadrirt, so bekommt man als Verhältniss der Schwingungsdauer des mit $\mathfrak{M}_1$ zu den mit $\mathfrak{M}_2$ $\mathfrak{M}_3$ $\mathfrak{M}_4$ belasteten Stabes

$$1\cdot3658, \quad 1\cdot5090, \quad 1\cdot7983,$$

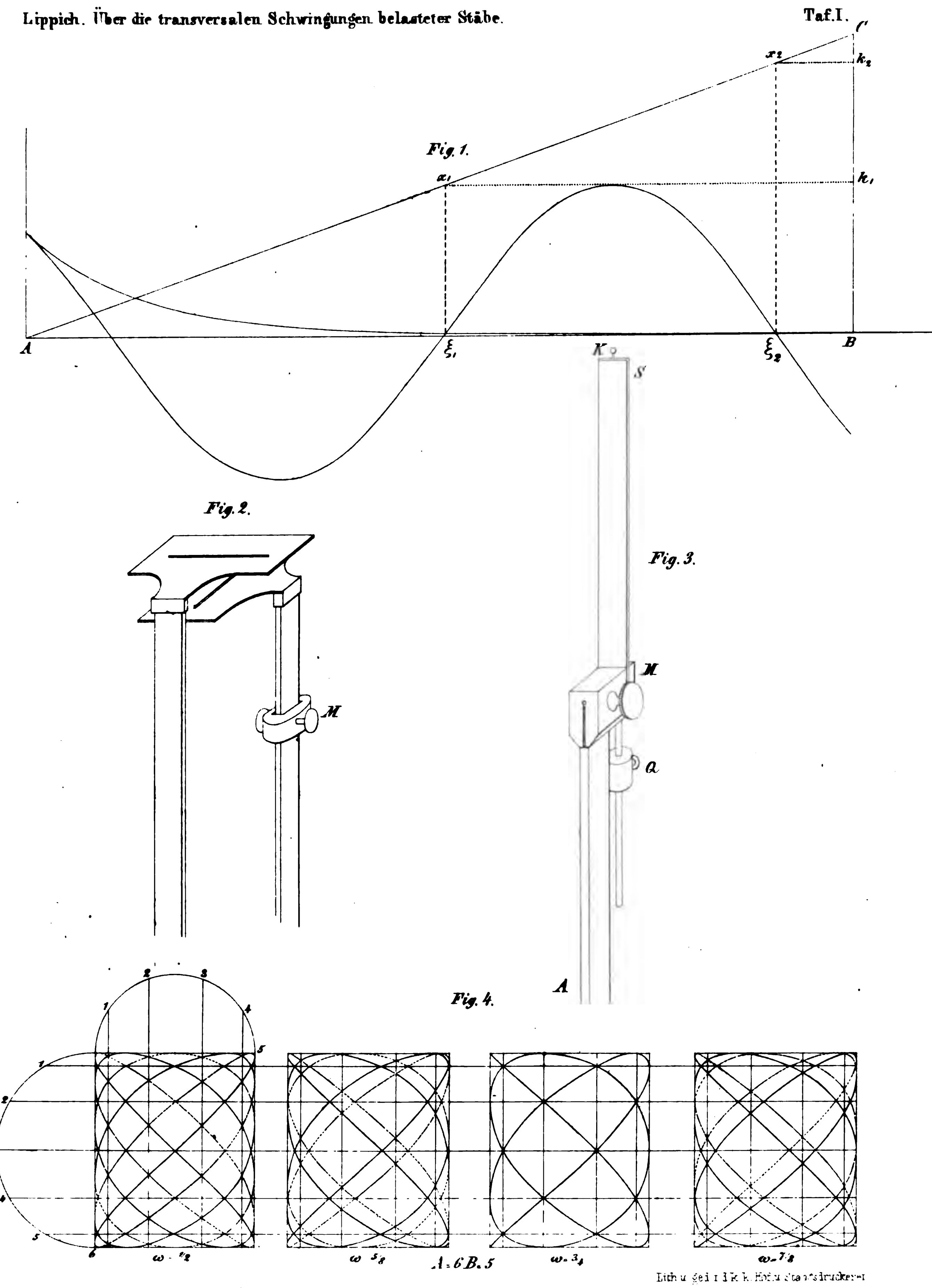
während sein soll

$$1\cdot3333, \quad 1\cdot5000, \quad 2\cdot0000.$$

Dieses zeigt aber zur Genüge, dass die ξ schon sehr nahe richtig sind, und in der That erhielte man jetzt aus den genauen Formeln genug übereinstimmende Resultate.

Die zweite Methode konnte aus Mangel eines genau ausgeführten Apparates noch keine zu Messungen nothwendigen Daten liefern, allein die Darstellung der Interferenzcurven gelang vollkommen mit einer ganz rohen Zusammenstellung.

Dass über die Knoten Gesagte kann ebenfalls sehr leicht bestätiget werden, indem man dieselben auf gewöhnliche Weise durch Papierringe sichtbar macht. Es zeigte sich unzweifelhaft das Hinausrücken der Knoten gegen das freie Ende beim Anhängen eines nicht zu grossen Gewichtes, das Verschwinden eines Knotenpunktes, und endlich auch die Bewegung gegen das fixe Ende, sobald das angehängte Gewicht und seine Entfernung a von demselben nicht gross war.



Lith. u. ged. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



